


Universidad de Valladolid

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Grado en Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

# PROYECTO DE INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE BOMBONES DE CHOCOLATE EN VILLADANGOS DEL PÁRAMO (LEÓN)

Alumno: Miguel Tazo Castrillo

Tutores: Enrique Relea Gangas
Marina Villanueva Barrero

**SEPTIEMBRE 2025**

# ÍNDICE DEL PROYECTO

## DOCUMENTO I: MEMORIA


- Objeto del proyecto
- Agentes
- Naturaleza del proyecto
- Emplazamiento
- Antecedentes
- Bases del proyecto
- Justificación de solución adoptada
- Ingeniería del proyecto
- Normativa urbanística
- Plazo de ejecución, puesta en marcha y garantía de las obras
- Estudio ambiental
- Estudio económico
- Resumen del presupuesto


## ANEJOS A LA MEMORIA


- Anejo 1: Estudio de alternativas
- Anejo 2: Ficha urbanística
- Anejo 3: Estudio de Mercado
- Anejo 4: Ingeniería del proceso
- Anejo 5: Estudio geotécnico
- Anejo 6.1: Ingeniería de las obras

- Anejo 6.2: Cálculo de las instalaciones
- Anejo 7: Estudio de impacto ambiental
- Anejo 8: Programación para la ejecución
- Anejo 9: Estudio de protección contra incendios
- Anejo 10: Estudio de protección contra el ruido
- Anejo 11: Estudio de eficiencia energética
- Anejo 12: Estudio de gestión de residuos de construcción
- Anejo 13: Plan de control de calidad de ejecución de la obra
- Anejo 14: Estudio económico
- Anejo 15: Justificación de precios
- Anejo 16: Estudio de seguridad y salud

**DOCUMENTO II: PLANOS**

- Plano 1: Localización y situación
- Plano 2: Emplazamiento
- Plano 3: Replanteo
- Plano 4: Urbanización
- Plano 5: Cimentación
- -Plano 6: Estructura
- Plano 7: Cubierta
- Plano 8: Plantas generales
- Plano 9: Maquinaria y mobiliario
- Plano 10: Alzados generales

- Plano 11: Fontanería
- Plano 12: Saneamiento
- Plano 13: Luminarias
- Plano 14: Tomas de fuerza
- Plano 15: Instalación protección contra incendios
- Plano 16: Esquema unifilar
- Plano 17: Flujo del proceso

**DOCUMENTO III: PLIEGO DE CONDICIONES**

**DOCUMENTO IV: MEDICIONES**

**DOCUMENTO V: PRESUPUESTO**

- Cuadro de precios Nº 1
- Cuadro de precios Nº 2
- Presupuesto general
- Resumen del presupuesto

# DOCUMENTO I: MEMORIA

Miguel Tazo Castrillo
Universidad de Valladolid (Campus de Palencia) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Grado en Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

# ÍNDICE

**1. Objeto del proyecto ..... 4**
**2. Agentes ..... 4**
**3. Naturaleza del proyecto ..... 4**
**4. Emplazamiento ..... 5**
**5. Antecedentes ..... 5**
**6. Bases del proyecto ..... 6**
**6.1. Finalidad del proyecto ..... 6**
**6.2. Condicionantes del promotor ..... 6**
**6.3. Condicionantes del proyecto ..... 7**
6.3.1. Condicionantes legales ..... 7
6.3.2. Condiciones del clima ..... 7
6.3.3. Topografía ..... 7
6.3.4. Infraestructura ..... 7
6.3.5. Socioeconómicos ..... 7
6.3.6. Condicionantes de la edificación ..... 8
**7. Justificación de la solución adoptada ..... 8**
**8. Ingeniería del proyecto ..... 10**
**8.1. Ingeniería del proceso ..... 10**
8.1.1. Materias primas ..... 12
8.1.2. Descripción del proceso productivo ..... 14
8.1.3. Diagrama de flujo ..... 18
8.1.4. Personal de la fábrica ..... 19
8.1.5. Identificación de la maquinaria ..... 20
**8.2. Ingeniería de las obras ..... 20**
8.2.1. Estructura ..... 20
8.2.2. Cimentación ..... 21
8.2.3. Cerramientos ..... 22
8.2.4. Cubierta ..... 22
8.2.5. Tabiquería interior ..... 22
8.2.6. Carpintería ..... 23
**8.3. Instalaciones ..... 24**
8.3.1. Instalación de fontanería ..... 24
8.3.2. Instalación de saneamiento ..... 26

8.3.3. Instalación eléctrica ..... 27
8.3.4. Instalación de aire comprimido ..... 30
8.3.5. Instalación contra incendios ..... 31
**9. Cumplimiento del código técnico de la edificación ..... 31**
**9.1. DB SE – Seguridad estructural ..... 31**
**9.2. DB SI – Seguridad en caso de incendio ..... 31**
**9.3. DB SUA – Seguridad de utilización y accesibilidad ..... 32**
**9.4. DB HS – Salubridad ..... 32**
**9.5. DB HR – Protección frente al ruido ..... 32**
**9.6. DB HE – Ahorro de energía ..... 33**
**10. Plazo de ejecución, puesta en marcha y garantía de las obras ..... 33**
**11. Estudio de impacto ambiental ..... 35**
**12. Evaluación económica ..... 35**
**13. Resumen de presupuesto ..... 37**

# 1. Objeto del proyecto

Este trabajo tiene como objetivo principal desarrollar un proyecto para la creación y operación de una fábrica de bombones de chocolate. Se centra en la producción diaria de 200.000 unidades de bombones, cada uno con un peso aproximado de 15 gramos. La propuesta abarca desde la fase inicial de diseño hasta la implementación y puesta en marcha de la planta, incluyendo un análisis detallado de su viabilidad económica.

La empresa se distinguirá por ofrecer una variedad de 6 tipos diferentes de bombones, caracterizados por sus diversos rellenos y tipos de chocolate utilizados en su elaboración. La estrategia de comercialización se orientará principalmente a la venta al por mayor, con un enfoque en la distribución a través de supermercados y tiendas especializadas. Los productos se presentarán en cajas de distintas capacidades para adaptarse a las necesidades del mercado mayorista.

Se ha seleccionado como ubicación para esta industria chocolatera el municipio de Villadangos del Páramo, en la provincia de León. Esta localización ha sido elegida considerando factores logísticos y estratégicos para optimizar la producción y distribución de los productos.

# 2. Agentes

Los agentes responsables de la ejecución del presente proyecto son los siguientes:

- **Proyectista:**
  Miguel Tazo Castrillo, alumno del Grado en Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias, que actúa por encargo del promotor.
- **Promotor:**
  Don Luis Antonio Tazo Lerma, encargado de la evaluación y supervisión general del proyecto.
- **Director de obra:**
  Aún por determinar, será quien, junto al promotor, seleccionará a los contratistas necesarios tanto para las obras como para las instalaciones de la industria.
- **Contratista:**
  Empresa o profesional contratado por el promotor para ejecutar la construcción del edificio y todas las instalaciones correspondientes.

# 3. Naturaleza del proyecto

Este proyecto, redactado por el alumno Miguel Tazo Castrillo como Trabajo Fin de Grado, tiene como objetivo definir el proceso productivo y diseñar el edificio que acogerá las instalaciones necesarias para poner en marcha la actividad industrial de la fábrica de bombones de chocolate. La producción que se llevará a cabo en la planta incluye las siguientes etapas: recepción de la materia prima, mezcla de ingredientes, refinado, conchado, templado, moldeado, desmoldeo, envasado y almacenamiento en condiciones adecuadas. La producción diaria será de 200.000 bombones.

A lo largo del documento se detalla la inversión necesaria desde un enfoque técnico y económico, buscando siempre la mayor eficiencia y rentabilidad posible. Todo el desarrollo del proyecto se realiza cumpliendo la normativa legal vigente, garantizando así su viabilidad tanto técnica como administrativa.

## 4. Emplazamiento

El proyecto tiene lugar en Villadangos del Páramo, municipio ubicado en la provincia de León, dentro de la comunidad autónoma de Castilla y León. Geográficamente, se encuentra en las coordenadas 42°31′03″N 5°45′59″W y tiene una altitud de 897 metros sobre el nivel del mar. Este municipio cuenta con una superficie de 44,93 km², siendo la sede del ayuntamiento que incluye las pedanías de Celadilla del Páramo y Fojedo del Páramo. Además, Villadangos del Páramo está bien comunicado gracias a su proximidad a la N-120 y la AP-71, lo que facilita su conexión con León y otras localidades importantes de la región.

La industria se ubicará en el polígono industrial de Villadangos del Páramo (León). La nave tendrá una superficie de 1035 $m^2$, con unas dimensiones de 23,8 x 43,5 m. La parcela esta previamente sin edificar y es un tipo de suelo urbanizable de 5.300 $m^2$.

La ubicación precisa de la parcela queda detallada en los planos número 1, titulado “Localización y situación”, y número 2, llamado “Emplazamiento”. En estos planos se representa el municipio, la parcela en cuestión y las vías de acceso disponibles para llegar hasta ella.

## 5. Antecedentes

El propósito principal de este proyecto, impulsado por el promotor, es la puesta en marcha de una industria dedicada a la fabricación de bombones de chocolate, con una capacidad de producción estimada en 200.000 unidades diarias. Esta iniciativa nace como respuesta al creciente interés por productos de confitería de alta calidad en la región. La ubicación elegida para la planta es el polígono industrial de Villadangos del Páramo, en la provincia de León, una zona que ofrece unas condiciones óptimas para este tipo de actividad. La parcela dispone de las infraestructuras necesarias, como red de saneamiento, suministro de agua, alumbrado público y conexión eléctrica.

Para garantizar el correcto desarrollo del proyecto y tomar decisiones fundamentadas desde el inicio, se han realizado diversos estudios previos. Entre ellos se incluyen:

- Estudio geotécnico del terreno, para conocer las características del suelo y definir el tipo de cimentación más adecuado.
- Análisis detallado de las obras proyectadas, identificando los elementos constructivos y su alcance.
- Planos de localización, situación y emplazamiento, que permiten ubicar con precisión la parcela dentro del entorno.
- Consulta de la ficha urbanística, para verificar que el uso industrial es compatible con la normativa municipal vigente.

- Estudio comparativo de alternativas, evaluando distintas opciones de diseño y ejecución del proyecto.
- Investigación del mercado del chocolate, tanto a nivel nacional como internacional, con el fin de entender la demanda y tendencias actuales.
- Evaluación económica del proyecto, incluyendo estimaciones de inversión, costes operativos y retorno esperado.
- Revisión de normativa aplicable, tanto en materia urbanística como sanitaria e industrial.

# 6. Bases del proyecto

## 6.1. Finalidad del proyecto

La finalidad principal de este proyecto es establecer un proceso industrial eficiente para la elaboración de chocolate, con una capacidad de producción estimada en 3.000 kg diarios. Para ello, se contempla tanto el diseño y dimensionamiento de la nave industrial como la planificación de todas las instalaciones necesarias para el correcto desarrollo de la actividad.

Además, el proyecto busca poner en marcha la comercialización del producto con el objetivo de garantizar su rentabilidad, permitiendo al promotor recuperar la inversión inicial y ofrecer al consumidor un producto de calidad.

También, se plantea la creación de una empresa sólida, con una gestión responsable y sostenible, que respete el entorno y contribuya al desarrollo económico del municipio de Villadangos del Páramo, generando nuevas oportunidades de empleo a medio y largo plazo.

## 6.2. Condicionantes del promotor

El promotor del proyecto ha marcado una serie de requisitos clave que deben respetarse tanto durante la redacción como en la ejecución de la fábrica. En primer lugar, la planta se construirá en una parcela del polígono industrial de Villadangos del Páramo (León), que cuenta con unos 5.300 $m^2$ con todos los servicios necesarios.

La producción se centrará en 6 variedades diferentes de bombones, todos elaborados con chocolate de alta calidad y rellenos originales, pensados para destacar en el mercado. Para ello, se dotará a la fábrica del equipamiento necesario que permita alcanzar una producción diaria de 3.000 kg de bombones, manteniendo siempre la máxima calidad.

Además, se pretende reducir al mínimo el desperdicio de materias primas. Siempre que sea posible, se reutilizarán subproductos, como restos de chocolate, en nuevas elaboraciones. Por último, tanto el diseño como la gestión de la planta estarán enfocados en lograr una buena rentabilidad y eficiencia económica desde el primer momento.

## 6.3. Condicionantes del proyecto

### 6.3.1. Condicionantes legales

Las obras se han ejecutado respetando las normativas urbanísticas vigentes en el municipio de Villadangos del Páramo (León).

Las regulaciones y restricciones se mencionan en la Ficha Urbanística (Anejo 2), donde se recogen las condiciones legales de edificación que aplican al proyecto.

### 6.3.2. Condiciones del clima

El clima de Villadangos del Páramo es mediterráneo con estaciones bien diferenciadas y una temperatura media anual de unos 11 ºC. Los inviernos son fríos, con mínimas por debajo de 0 ºC y frecuentes heladas (en torno al 20 % de los días del año), mientras que los veranos son suaves durante el día, pero frescos por la noche debido a la altitud.

Las precipitaciones anuales rondan los 555 mm, con máximos en invierno y primavera, y mínimos marcados en verano. La nieve es ocasional, con una media de 13 a 17 días al año. La humedad media anual es del 67 %, siendo más alta en invierno y baja en los meses cálidos.

### 6.3.3. Topografía

Villadangos del Páramo, municipio ubicado en la provincia de León, dentro de la comunidad autónoma de Castilla y León. Geográficamente, se encuentra en las coordenadas 42°31′03″N 5°45′59″W y tiene una altitud de 897 m sobre el nivel del mar.

Las características geotécnicas del terreno presentan un nivel de tierra vegetal seguido de cantos, gravas y gravillas en matriz areno-arcillosa de alta compacidad, se recomienda una cimentación directa mediante zapatas sobre el nivel NG 2. Este estrato ofrece una capacidad portante adecuada para soportar las cargas de la estructura proyectada.

### 6.3.4. Infraestructura

La parcela se encuentra en el polígono del municipio, lo que garantiza el acceso a infraestructuras esenciales como suministro de agua, red viaria, red eléctrica y alumbrado público. Actualmente, el terreno está sin edificar, por lo que no será necesario realizar trabajos previos de preparación y demolición para acondicionarlo antes del inicio de la construcción.

### 6.3.5. Socioeconómicos

En el Anejo 3 se recoge el estudio de mercado que explica cómo está el consumo de bombones y productos de chocolate, tanto dentro como fuera del país. De esta

manera, se pueden conocer mejor los gustos del consumidor, las tendencias del sector y las oportunidades de crecimiento, lo que ayuda a tomar decisiones más acertadas a la hora de producir y vender.

El destinatario principal de los bombones en este proyecto es un consumidor con un perfil cada vez más exigente, interesado en productos de alta calidad, innovadores y sostenibles.

### 6.3.6. Condicionantes de la edificación

*Tabla 1: Condicionantes de la edificación*

| CONDICIÓN | PARÁMETRO | EN NORMATIVA | EN PROYECTO | CUMPLE |
|---|---|---|---|---|
| **ALTURA** | Altura a alero / cumbrera | Máximo 10 m / 12 m | 6 m / 7,5 m | SÍ |
| | Número de plantas | Máximo 2 plantas | 1 planta | SÍ |
| **SUELO** | Uso del suelo | Industrial | Industrial | SÍ |
| **VOLUMEN** | Superficie de la parcela | Mínimo 200 $m^2$ | 5.297 $m^2$ | SÍ |
| **SITUACIÓN DE LA EDIFICACIÓN** | Retranqueos | Mínimo 5 m | 5,60 m | SÍ |

## 7. Justificación de la solución adoptada

Se ha llevado a cabo un estudio de distintas alternativas, el cual se detalla en el Anejo 1. Para elegir la opción más adecuada, se han analizado varias posibilidades mediante un enfoque multicriterio, valorando aspectos técnicos, económicos y funcionales con el objetivo de tomar la mejor decisión posible para el desarrollo del proyecto.

A continuación, se resumen las alternativas estudiadas:

- Tipo de bombón
    - Alternativa 1: Producción de bombones rellenos
    - Alternativa 2: Producción de bombones sólidos
    - Alternativa 3: Producción de bombones de licor

Tras el análisis multicriterio, la alternativa de producción de bombones rellenos obtiene la puntuación más alta (8,10), destacando principalmente por su gran atractivo en el mercado, su potencial de innovación y su capacidad para adaptarse a las tendencias de consumo saludable. Aunque la empresa se queda con la posibilidad de elaborar bombones de otros tipos en el futuro.

- Calidad del bombón
    - Alternativa 1: Producción de bombones de alta calidad

- Alternativa 2: Producción de bombones tradicionales
- Alternativa 3: Producción de bombones estándar

Tras el análisis multicriterio, la alternativa de producción de bombones de alta calidad tiene la puntuación más alta (8,65), destacando principalmente por la calidad de sus ingredientes, su proceso de elaboración cuidadoso y su excelente sabor y textura.

- Tipo de aceite

    - Alternativa 1: Aceite de girasol
    - Alternativa 2: Aceite de palma

Tras el análisis multicriterio, el aceite de girasol tiene una puntuación más alta (7,15). Aunque el aceite de palma sea más rentable y tenga una vida útil más larga, el aceite de girasol tiene mejor perfil nutricional, menor impacto ambiental y una opinión más positiva de los consumidores.

- Distribución en planta

    - Alternativa 1: Distribución en L
    - Alternativa 2: Distribución en U
    - Alternativa 3: Distribución en línea recta

Tras el análisis multicriterio, la distribución en U tiene la puntuación más alta (8,50), destacando por su eficiencia en el flujo de materiales, flexibilidad y facilidad de supervisión. Aunque tiene costos de implementación ligeramente más altos, sus ventajas en términos de eficiencia lo compensan.

- Material de la estructura

    - Alternativa 1: Estructura de acero
    - Alternativa 2: Estructura de hormigón

Tras el análisis multicriterio, la estructura de acero tiene una puntuación más alta (8,40). El acero destaca principalmente por su rapidez de construcción, alta resistencia y flexibilidad. Aunque tiene un precio más caro, esto se compensa con la velocidad de ejecución y su potencial de reciclaje.

- Material de la cubierta

    - Alternativa 1: Chapa simple prelacada y nervada para uso en cubiertas
    - Alternativa 2: Panel tipo sándwich de 30 mm de espesor formado por doble chapa de acero de 0,5 mm, panel exterior nervado y lacado e interior galvanizado, con relleno de espuma de poliuretano
    - Alternativa 3: Placas de fibrocemento

La alternativa con mejor puntuación es el panel tipo sándwich (7,90), destacando por su excelente aislamiento térmico, buena durabilidad y facilidad de montaje, lo que lo convierte en la opción más eficiente para garantizar confort térmico y reducir el

consumo energético, a pesar de su coste inicial superior. La chapa simple prelacada es la más económica y ligera, pero carece de prestaciones térmicas, mientras que el fibrocemento ofrece gran durabilidad, aunque con más peso y menor eficiencia energética.

# 8. Ingeniería del proyecto

## 8.1. Ingeniería del proceso

La jornada laboral en la fábrica será de lunes a viernes. Cada día tendrá dos turnos:

- Turno de mañana: de 6:00 h a 14:00 h.
- Turno de tarde: de 14:00 h a 22:00 h.

Los turnos deben ser seguidos, ya que algunos procesos de producción necesitan largos periodos de tiempo sin posibilidad de parar. Cada turno contará con un descanso de 20 minutos.

*Tabla 2. Calendario de producción.*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 6:00 | MEZCLADO | | | | |
| 6:15 | MEZCLADO | | | | |
| 6:30 | MEZCLADO | | | | |
| 6:45 | REFINADO 2 RODILLOS | | | | |
| 7:00 | REFINADO 2 RODILLOS | | | | |
| 7:15 | REFINADO 2 RODILLOS | | | | |
| 7:30 | REFINADO 2 RODILLOS | | | | |
| 7:45 | REFINADO 5 RODILLOS | | | | |
| 8:00 | REFINADO 5 RODILLOS | | | | |
| 8:15 | REFINADO 5 RODILLOS | | | | |
| 8:30 | REFINADO 5 RODILLOS | | | | |
| 8:45 | CONCHADO | | | | |
| 9:00 | CONCHADO | RECEPCIÓN MP | | | |
| 9:15 | CONCHADO | RECEPCIÓN MP | | | |
| 9:30 | CONCHADO | RECEPCIÓN MP | | | |
| 9:45 | CONCHADO | RECEPCIÓN MP | | | |
| 10:00 | CONCHADO | | | | |
| 10:15 | CONCHADO | | | | |
| 10:30 | CONCHADO | | | | |
| 10:45 | CONCHADO | RELLENO 1 | | | |
| 11:00 | CONCHADO | RELLENO 1 | | | |
| 11:15 | CONCHADO | RELLENO 1 | | | |
| 11:30 | CONCHADO | RELLENO 1 | | | |
| 11:45 | CONCHADO | RELLENO 1 | | | |
| 12:00 | CONCHADO | | | | |
| 12:15 | CONCHADO | | | | |
| 12:30 | CONCHADO | | | | |
| 12:45 | CONCHADO | | | | |
| 13:00 | CONCHADO | | | | |
| 13:15 | CONCHADO | | | | |
| 13:30 | CONCHADO | | | | |
| 13:45 | CONCHADO | RELLENO 2 | | | |
| 14:00 | CONCHADO | RELLENO 2 | | | |
| 14:15 | CONCHADO | RELLENO 2 | | | |
| 14:30 | CONCHADO | RELLENO 2 | | | |
| 14:45 | CONCHADO | RELLENO 2 | | | |
| 15:00 | CONCHADO | | | | |
| 15:15 | CONCHADO | | | | |
| 15:30 | CONCHADO | | | | |
| 15:45 | ATEMPERADO | | | | |
| 16:00 | ATEMPERADO | | | | |
| 16:15 | ATEMPERADO | | | | |
| 16:30 | ATEMPERADO | | | | |
| 16:45 | ATEMPERADO | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 17:00 | ATEMPERADO | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 17:15 | ATEMPERADO | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 17:30 | ATEMPERADO | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 17:45 | | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 18:00 | | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 18:15 | | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 18:30 | | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 18:45 | | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 19:00 | | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 19:15 | | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 19:30 | | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 19:45 | | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 20:00 | | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 20:15 | | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 20:30 | | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 20:45 | | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 21:00 | | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 21:15 | RECOGER | | | | |
| 21:30 | RECOGER | | | | |
| 21:45 | RECOGER | | | | |

Se elaborarán 6 tipos diferentes de bombones utilizando ingredientes de alta calidad. Para ello, la línea será capaz de producir 6 tipos de bombones, según el tipo de chocolate utilizado y el relleno. Por cada tipo de cubierta, se elaborarán 2 rellenos diferentes:

- Bombones de Chocolate con Leche
  - Ganache de chocolate picante: cubierto con chocolate con leche y relleno de ganache que incorpora un toque picante.
  - Praliné de avellana: también cubierto con chocolate con leche, y relleno de praliné de avellana.
- Bombones de Chocolate Blanco
  - Crema de limón: con una cobertura de chocolate blanco y un relleno de crema de limón.
  - Crema de frutos rojos: cubierto con chocolate blanco, este bombón contiene un relleno que mezcla diferentes frutos rojos, aportando frescura y un sabor afrutado.
- Bombones de Chocolate Negro
  - Caramelo salado: cubierto con chocolate negro y relleno de caramelo salado.
  - Dulce de leche: con una cobertura de chocolate negro y un relleno cremoso de dulce de leche.

La elección de los sabores de los bombones busca un equilibrio entre tradición e innovación, ofreciendo una gama variada que combina opciones clásicas con propuestas más originales. De este modo se asegura tanto la aceptación de un público amplio como la diferenciación frente a la competencia.

Las instalaciones permitirán en el futuro innovar y fabricar distintas variedades de bombones.

### 8.1.1. Materias primas

**Pasta de cacao**: es el producto resultado del tostado, molienda y refinado del cacao en grano tras limpiarlo, secarlo y descascarillarlo. Se utilizará en forma líquida.

**Azúcar**: obtenido de la remolacha azucarera o de la caña de azúcar. Se utilizará en todos los bombones. El tamaño usado de grano es el medio fino. Se almacenará en los silos para este uso.

**Manteca de cacao**: Es la grasa del cacao que se obtiene mediante prensado hidráulico de la pasta de cacao. Se utilizará la manteca pura de la primera prensa, que es la de mayor calidad. Se recibe en bidones y se almacenará en estos a 18ºC como el resto de las materias primas.

**Leche en polvo**: obtenida de la deshidratación de leche pasteurizada. Se realiza en torres especiales de atomización donde se elimina el agua que contiene la leche, obteniendo un polvo blanco que conserva las mismas propiedades que la leche líquida. Se recepcionará en sacos de 25 kg formando pallets de 200 kg.

**Lecitina de soja**: se extrae de la soja y se utiliza como emulsionante en la producción de chocolate. Se recibirá en bidones de 25 l y se almacenará a temperatura ambiente.

**Aroma de vainilla**: extracto natural o sintético que aporta sabor y aroma a vainilla. Se recibirá en envases herméticos y se almacenará en un lugar fresco y seco.

**Sal**: mineral utilizado para realzar sabores. Se recibirá en sacos de 25 kg y se almacenará en un lugar seco.

**Mantequilla**: es la emulsión de grasa, agua y sólidos lácteos, obtenida como resultado del batido, amasado y lavado de los conglomerados de glóbulos grasos, que se forman por el batido de la crema de leche o nata. Se recibirán en cajas de 25 kg. Se almacenarán en una cámara frigorífica.

**Pasta de avellanas**: obtenida de la molienda de avellanas tostadas. Se recibirá en bidones de 25 kg y se almacenará a 18ºC.

**Azúcar glas**: azúcar finamente molido. Se recibirá en sacos y se almacenará en un lugar seco.

**Agua**: componente básico, se utilizará del suministro local, cumpliendo con los estándares de calidad para uso alimentario.

**Glucosa líquida**: derivado del almidón, se utiliza para prevenir la cristalización del azúcar. Se recibirá en bidones de 25 l y se almacenará a 18ºC.

**Aceite de girasol**: se extrae del prensado de las semillas de girasol. Se recepcionará en bidones de 50 l y almacenará a 18ºC.

**Chile en polvo**: especias molidas de chile. Se recibirá en sacos de 5 kg, los cuales se almacenarán en un lugar fresco y seco.

**Zumo de limón pasteurizado:** Producto natural obtenido del exprimido y tratamiento térmico de limones. Se recibirá en envases de 5 litros y se almacenará en un lugar fresco y seco.

**Puré de frutos rojos**: obtenido de la trituración y tamizado de frutos rojos frescos. Se recibirá congelado y se almacena a -18ºC.

**Adipato de Dialmidón Acetilado (E1422):** aditivo utilizado para dar consistencia. Se recibirá en sacos de 5 kg y se almacenará en un lugar seco.

**Leche condensada en polvo**: obtenida de la deshidratación de leche condensada. Se recibirá en sacos de 20 kg y se almacenará en un lugar fresco y seco.

*Tabla 3: Cantidad diaria, mensual y anual de materias primas en kg*

| MATERIA PRIMA | CANTIDAD (kg) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | DIARIA | SEMANAL | MENSUAL | ANUAL |
| *Pasta de cacao* | 566 | 2830 | 11320 | 135840 |
| *Azúcar* | 652,625 | 3263,125 | 13052,5 | 156630 |
| *Manteca de cacao* | 457,23 | 2286,15 | 9144,6 | 109735,2 |
| *Leche en polvo* | 356,625 | 1783,125 | 7132,5 | 85590 |
| *Lecitina de soja* | 1,675 | 8,375 | 33,5 | 402 |
| *Aroma de vainilla* | 1,675 | 8,375 | 33,5 | 402 |
| *Sal* | 4,175 | 20,875 | 83,5 | 1002 |
| *Mantequilla* | 87,5 | 437,5 | 1750 | 21000 |
| *Pasta de avellanas* | 125 | 625 | 2500 | 30000 |
| *Azúcar glas* | 187,5 | 937,5 | 3750 | 45000 |
| *Agua* | 105 | 525 | 2100 | 25200 |
| *Glucosa líquida* | 93,5 | 467,5 | 1870 | 22440 |
| *Aceite de girasol* | 22,5 | 112,5 | 450 | 5400 |
| *Chile en polvo* | 2,5 | 12,5 | 50 | 600 |
| *Zumo de limón* | 50 | 250 | 1000 | 12000 |
| *Puré de frutos rojos* | 125 | 625 | 2500 | 30000 |
| *E1422* | 12,5 | 62,5 | 250 | 3000 |
| *Leche cond. en polvo* | 150 | 750 | 3000 | 36000 |
| *Total* | 3001 | 15005 | 60020 | 720241 |

*Fuente: Elaboración propia*

*Tabla 4. Cantidad de materias primas por cada día de producción.*

| Dia 1 de producción | | | Día 2 de producción | | | Día 3 de producción | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Chocolate con leche:** | **1500 + 375 + 150** | **Kg** | **Chocolate negro:** | **1500** | **Kg** | **Chocolate blanco:** | **1500** | **Kg** |
| Pasta de cacao: 32% | 480 + 120 + 48 | Kg | Pasta de cacao: 70% | 1050 | Kg | Azúcar: 34,7% | 520,5 | Kg |
| Azúcar: 35,5% | 532,5 + 133 + 53 | Kg | Azúcar: 17,9% | 268,5 | Kg | Manteca de cacao: 25% | 375 | Kg |
| Leche en polvo: 19,5% | 292,5 + 73,1 + 30 | Kg | Manteca de cacao: 11,8% | 177 | Kg | Leche en polvo: 25% | 375 | Kg |
| Manteca de cacao: 12,7% | 190,5 + 47,6 + 19 | Kg | Lecitina de soja: 0,1% | 1,5 | Kg | Mantequilla: 15% | 225 | Kg |
| Lecitina de soja: 0,1% | 15 + 3,75 + 1,5 | Kg | Aroma de vainilla: 0,1% | 1,5 | Kg | Lecitina de soja: 0,1% | 1,5 | Kg |
| Aroma de vainilla: 0,1% | 15 + 3,75 + 1,5 | Kg | Sal: 0,1% | 1,5 | Kg | Aroma de vainilla: 0,1% | 1,5 | Kg |
| Sal: 0,1% | 15 + 3,75 + 1,5 | Kg | | | | Sal: 0,1% | 1,5 | Kg |
| **1. Ganache de chocolate picante:** | **750** | **Kg** | **3. Caramelo salado:** | **750** | **Kg** | **5. Crema de limón:** | **750** | **Kg** |
| Chocolate con leche: 50% | 375 | Kg | Azúcar: 40% | 300 | Kg | Zumo de Limón: 20% | 150 | Kg |
| Agua: 20% | 150 | Kg | Agua: 20% | 150 | Kg | Azúcar glas: 25% | 187,5 | Kg |
| Leche en polvo: 15% | 112,5 | Kg | Manteca de cacao: 25% | 187,5 | Kg | Manteca de cacao: 30% | 225 | Kg |
| Glucosa líquida: 10% | 75 | Kg | Leche en polvo: 10% | 75 | Kg | Leche en polvo: 15% | 112,5 | Kg |
| Aceite de girasol: 4% | 30 | Kg | Sal marina fina: 1% | 7,5 | Kg | Agua: 2% | 15 | Kg |
| Chile en polvo: 1% | 7,5 | Kg | Glucosa líquida: 4% | 33 | Kg | Glucosa líquida: 8% | 60 | Kg |
| **2. Praliné de avellana:** | **750** | **Kg** | **4. Dulce de leche:** | **750** | **Kg** | **6. Crema de frutos rojos:** | **750** | **Kg** |
| Pasta de avellanas tostadas: 50% | 375 | Kg | Leche cond. en polvo: 60% | 450 | Kg | Puré frutos rojos: 50% | 375 | Kg |
| Azúcar glas: 25% | 187,5 | Kg | Azúcar: 20% | 150 | Kg | Azúcar glas: 25% | 187,5 | Kg |
| Chocolate con leche: 20% | 150 | Kg | Glucosa líquida: 15% | 112,5 | Kg | Manteca de cacao: 20% | 150 | Kg |
| Aceite de girasol: 5% | 37,5 | Kg | Mantequilla: 5% | 37,5 | kg | Gelificante: 5% | 37,5 | Kg |

La tabla 4 presenta las cantidades de materias primas necesarias para la producción normal de bombones en la fábrica, distribuidas según el tipo de chocolate elaborado cada día (chocolate con leche, chocolate negro y chocolate blanco).

Estas cantidades corresponden a la cantidad exacta requerida para cada jornada de producción. Sin embargo, en la práctica se generan mermas naturales durante los procesos de elaboración y manipulación.

Por esta razón, se recomienda calcular un 10% adicional de materia prima sobre las cantidades de la tabla, con el fin de garantizar la disponibilidad suficiente y asegurar el cumplimiento de la producción esperada.

### 8.1.2. Descripción del proceso productivo

**Recepción y almacenamiento de materias primas**

La materia prima llega a la fábrica en camiones y se descarga directamente en el almacén de materias primas. Se mantiene en el mismo formato en el que fue enviada (cajas, sacos, bidones, etc.), siguiendo protocolos de seguridad alimentaria. El almacén debe garantizar una temperatura máxima de 18 °C para asegurar la conservación adecuada de los alimentos.

El material auxiliar de empaquetado, como envoltorios o cajas, se guarda en un almacén diferente, más cercano a la zona de envasado.

Antes de almacenar, el personal de calidad y el responsable de planta revisan que los productos estén en buen estado y cumplan con los requisitos exigidos al proveedor.

**Dosificación y mezcla de ingredientes**

Los ingredientes se seleccionan y dosifican en función del tipo de bombón a elaborar.

El personal introduce los ingredientes en una amasadora, asegurándose de que todos estén previamente triturados para facilitar la mezcla.

La calidad de la mezcla se mejora cuando los ingredientes tienen una granulometría fina, de forma que las partículas resulten imperceptibles al gusto, mejorando la textura final del chocolate.

**Refinado del chocolate**

Este proceso reduce el tamaño de las partículas para conseguir una textura suave y homogénea:

- Refinado de dos rodillos: rompe las partículas grandes y recubre la superficie con grasa. Se busca una pasta seca con partículas de unos 150 µm.
- Refinado de cinco rodillos: reduce aún más el tamaño a entre 15 y 35 µm, dependiendo del tipo de chocolate.

Ambas máquinas se sitúan juntas para agilizar el proceso. Se realizan controles periódicos tomando muestras para asegurar que se cumplen los estándares de tamaño de partícula.

### Conchado del chocolate

El conchado transforma la masa seca del refinado en una pasta líquida y homogénea, mejorando su textura, sabor y fluidez. Se realiza en conchas que trabajan a temperaturas controladas (50–70 °C para chocolates con leche y blanco, y 60–85 °C para el negro). Primero se elimina humedad y compuestos no deseados. Luego, el calor y el movimiento ayudan a desarrollar los aromas y la distribución uniforme de las grasas.

El proceso puede durar hasta 7 h, con ventilación y adición de ingredientes finales (como manteca de cacao y emulsionantes) para ajustar la viscosidad.

### Elaboración de rellenos

Los rellenos se elaboran en paralelo al chocolate y cada uno tiene su proceso específico:

- Caramelo salado: se cocina azúcar con agua y se añaden otros ingredientes hasta lograr una mezcla uniforme.
- Dulce de leche: leche condensada en polvo, azúcar y glucosa se cocinan a 105 °C antes de añadir mantequilla.
- Ganache picante: mezcla de chocolate con leche, agua, leche en polvo, glucosa, aceite de girasol y chile en polvo.
- Praliné de avellana: pasta de avellana, azúcar glas y chocolate con leche, mezclado con aceite hasta obtener una crema.
- Crema de limón: mezcla de ácido cítrico, azúcar glas, manteca de cacao, leche en polvo y agua.
- Crema de frutos rojos: puré con azúcar y gelificante, al que se añade manteca de cacao para obtener una textura suave.

### Almacenamiento temporal de chocolate líquido y rellenos

Una vez terminados el conchado y la elaboración de los rellenos, se almacenan en depósitos a 35 °C, con control de luz y oxígeno para preservar su calidad.

Si el chocolate se va a usar el mismo día, se transfiere directamente a contenedores móviles, lo que permite utilizarlo rápidamente en el proceso de moldeado y ganar eficiencia.

### Atemperado

El atemperado es esencial para conseguir un chocolate con buen brillo, textura crujiente y buena conservación. El chocolate se enfría de manera controlada para formar solo los cristales deseables (tipo V o beta). El proceso dura unos 45 minutos y se realiza en un tanque con hélice que remueve el chocolate mientras se enfría.

Se divide en cuatro fases:

- Calentamiento inicial (41 °C): se eliminan todos los cristales existentes.
- Enfriamiento controlado: se inicia la cristalización.
- Recalentamiento (31–33 °C): se favorece la formación de cristales beta.
- Enfriamiento final (13–15 °C): se estabiliza la mezcla antes del moldeo.

Un buen atemperado evita defectos como manchas blancas (bloom) y mejora la vida útil del producto.

**Pesado y moldeado**

El chocolate atemperado y los rellenos se llevan a la zona de moldeado. Los moldes reciben simultáneamente el chocolate exterior y el relleno interno mediante boquillas específicas, lo que acelera el proceso.

Después, los moldes pasan por una cinta vibratoria que elimina burbujas de aire. Luego, entran en un túnel de enfriamiento donde el producto se solidifica.

**Desmoldado**

Una vez fríos, los bombones se desmoldan en una máquina que ejerce una leve presión para liberarlos sin dañarlos. Este proceso requiere que los bombones estén a temperatura ambiente para evitar roturas.

**Envoltura y empaquetado**

Los bombones se envuelven en vitolas de colores que identifican el tipo de relleno. Después se colocan en cajas de distinto tamaño y se sellan con una cubierta de plástico.

Finalmente, las cajas se agrupan en palets para su transporte o almacenamiento.

**Almacenamiento**

Los palets con los bombones terminados se almacenan en un almacén con temperatura controlada entre 15 y 18 °C, lo que garantiza que el producto mantenga su calidad hasta su distribución.

### 8.1.3. Diagrama de flujo

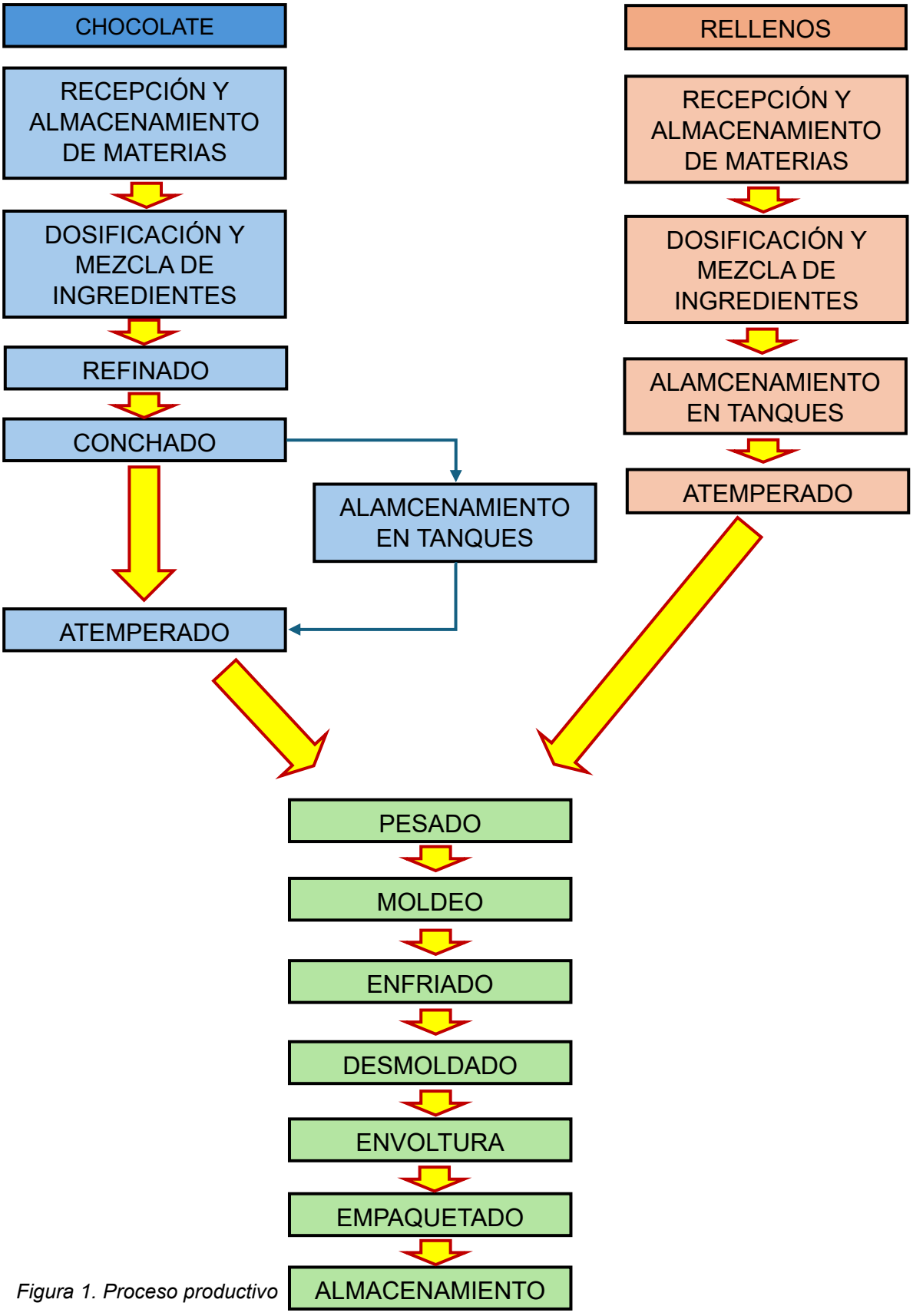



*Figura 1. Proceso productivo*

### 8.1.4. Personal de la fábrica

La estructura de la empresa se compone de varios niveles jerárquicos y especialidades:

- **Director/a General o Gerente:**

  Responsable del funcionamiento global de la industria. Encargado de la dirección económica, financiera y técnica. Supervisa a los mandos intermedios y toma decisiones estratégicas.

- **Jefe/a de Producción e I+D:**

  Supervisa la elaboración, envasado y distribución de los bombones. Desarrolla nuevas recetas y propuestas de productos. Asegura el buen funcionamiento de la línea de producción.

- **Jefe/a de Calidad y Medioambiente:**

  Realiza y supervisa los análisis de materias primas y productos terminados. Gestiona el impacto ambiental de la fábrica.

- **Jefe/a de Mantenimiento:**

  Encargado del mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria. Debe tener conocimientos técnicos sobre todos los equipos de la empresa.

- **Técnicos/as de Laboratorio:**

  Realizan análisis para asegurar la calidad de materias primas y productos. Monitorean la calidad a lo largo del proceso productivo.

- **Operarios/as especializados/as:**

  Personal de producción de chocolate y rellenos. Operarios de moldeo y desmoldado. Personal de envasado, empaquetado y paletizado.

- **Carretilleros/as:**

  Controlan los almacenes y abastecen la línea de producción. Gestionan el movimiento de materiales y productos. Se contará con 2 carretilleros.

*Tabla 5. Número de trabajadores en cada puesto.*

| PUESTO | Nº DE TRABAJADORES |
|---|---|
| Director general | 1 |
| Jefe de producción e I+D | 1 |
| Jefe de calidad | 1 |
| Jefe de mantenimiento | 1 |
| Técnico de laboratorio | 2 |
| Operarios de fábrica | 10 |
| Carretilleros | 2 |

*Fuente: elaboración propia*

### 8.1.5. Identificación de la maquinaria

Los equipos que se usan para la elaboración del proceso productivo de los bombones de chocolate son los siguientes:

- Mezcladora (2.500 kg/lote)
- Refinadora de dos rodillos (2.500 kg/h)
- Refinadora de cinco rodillos (2.500 kg/h)
- Concha (2.500 kg/h)
- Atemperador (1000 kg/h)
- Tanque móvil (250 l)
- Tanque fijo (1000 l)
- Mezcladora para rellenos (250 kg/h)
- Moldeadora (1000 kg/h)
- Molde (28 bombones/molde)
- Área vibratoria autónoma
- Túnel de enfriamiento vertical (1000 kg/h)
- Desmoldadora 750 (kg/h)
- Envasadora (15000 bombones/h)
- Máquina lava moldes
- Compresor

En el Anejo 4 se describen en detalle las funciones, dimensiones y características técnicas de la maquinaria utilizada en la planta.

## 8.2. Ingeniería de las obras

Se construirá de una nave industrial de una sola planta con una cubierta a dos aguas, de forma rectangular, con unas dimensiones de 43,50 x 23,80 m. con una superficie total de 1.035,30 $m^2$.

La estructura será metálica. La altura a alero es de 6,00 m y 7,50 m a la cumbrera, con una pendiente de 12,60 %.

Se detallan las características en profundidad en el Anejo 6, Ingeniería de las obras, además de los cálculos necesarios.

### 8.2.1. Estructura

Se decide realizar un proyecto con una superficie de 1.035,30 $m^2$, con una longitud de 43,50 m y una anchura de 23,80 m, medida a ejes.

La estructura se compone de 10 pórticos, con una altura al alero de 6 metros y una altura a cumbrera de 7,50 m, siendo 2 de ellos pórticos hastiales (extremos) y 8 pórticos tipo.

Los pórticos hastiales están formados por pilares de perfiles HE 140 A de acero laminado S275 y cuentan con 3 pilares centrales separados 5,95 m entre ellos. El pilar

central tiene un perfil HE 300 A y los otros 2 tienen un perfil HE 200 A. Los dinteles tienen un perfil IPE-180.

Los pórticos centrales, están formados por pilares HE 400 A de acero laminado S275 y dinteles de perfil IPE-550.

Las correas de la cubierta tienen una separación 0,80 m y tienen un perfil conformado Z 100, realizadas con un acero laminado S275.

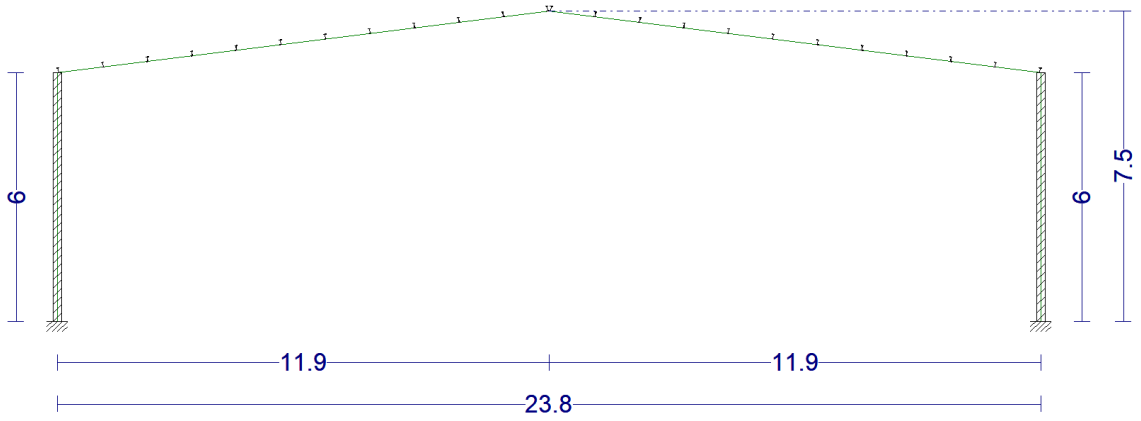



*Figura 2: Pórtico tipo*

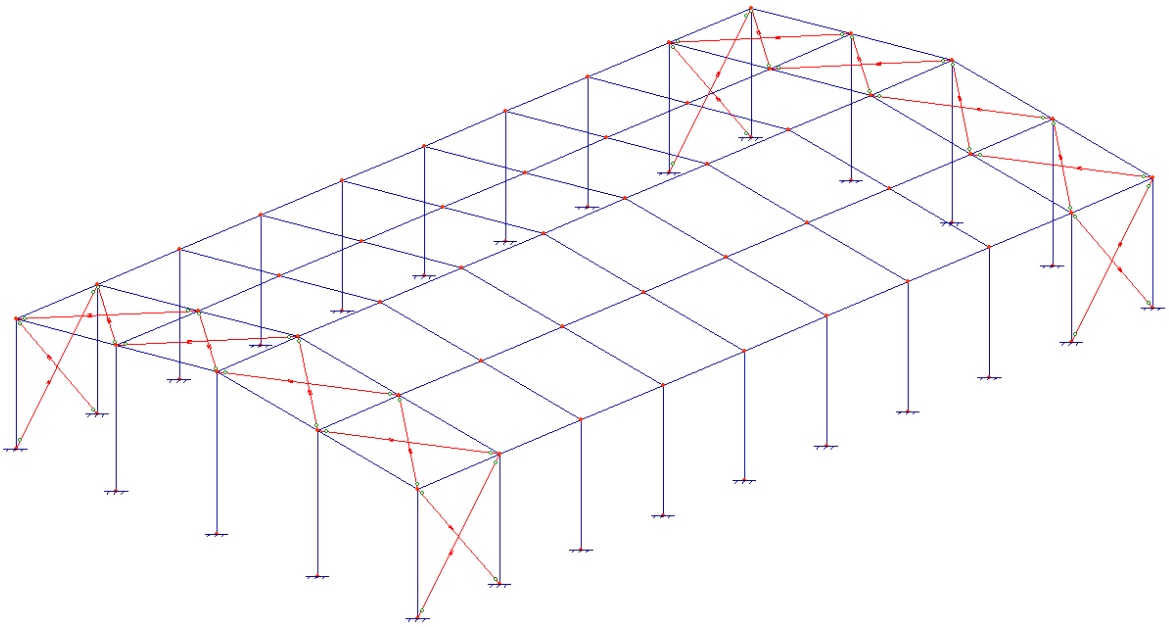


*Figura 3: Esquema de la estructura*

### 8.2.2. Cimentación

La cimentación se realizará por medio de zapatas aisladas de distintas dimensiones en función de la luz de los pórticos y las distancias. Se calculan con hormigón armado HA-25.

Se utilizarán 4 tipos de zapatas:

- 16 zapatas tipo 1: 4,10 x 2,00 x 1,10 m
- 4 zapatas tipo 2: 2,10 x 2,00 x 1,00 m
- 4 zapatas tipo 3: 2,40 x 2,20 x 0,40 m
- 2 zapatas tipo 4: 2,30 x 1,80 x 0,60 m

Estas zapatas están construidas con hormigón armado HA-25 y acero B 500 S.

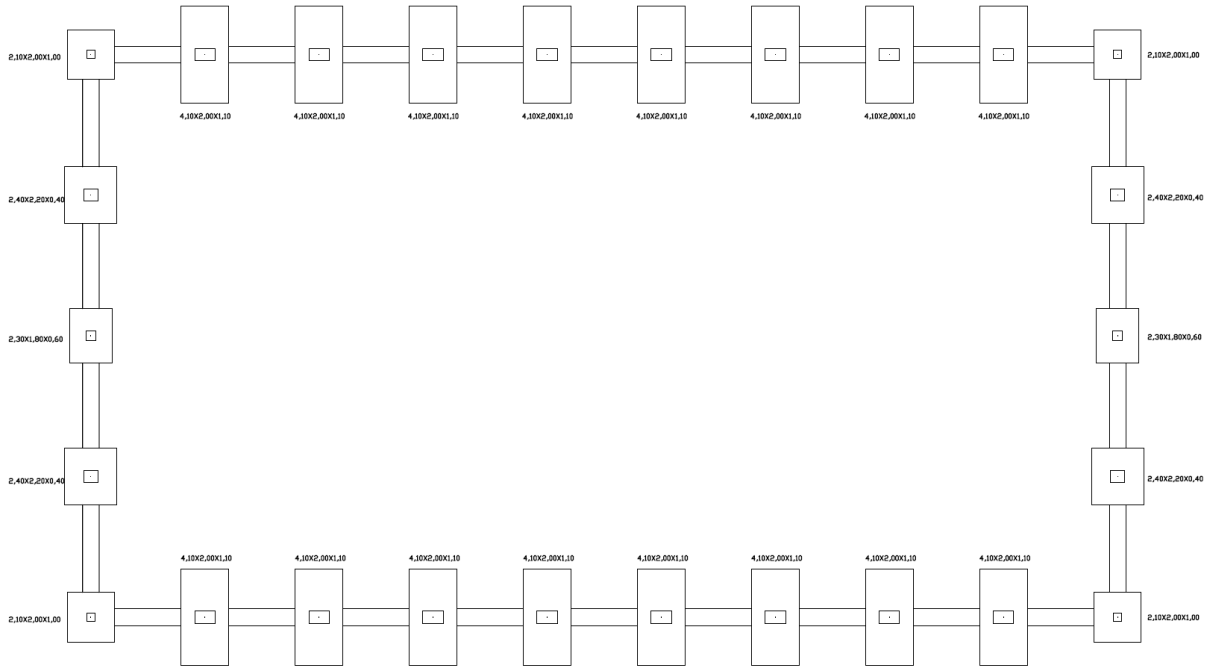



*Figura 4: Esquema de la cimentación*

### 8.2.3. Cerramientos

Los cerramientos de la nave estarán compuestos por bloques de hormigón, los cuales se colocarán en el interior de la estructura metálica portante. Estos cerramientos recibirán un acabado superficial mediante enlucido de mortero para mejorar su aspecto y protección, seguido de la aplicación de pintura adecuada que garantice durabilidad, higiene y facilidad de limpieza.

### 8.2.4. Cubierta

La cubierta del edificio se colocará de panel sándwich de 30 mm de espesor, compuesto por dos chapas de acero. Entre ambas se dispone un núcleo aislante de espuma rígida de poliuretano, que garantiza un adecuado aislamiento térmico. El acabado exterior del panel será de color rojo torino.

### 8.2.5. Tabiquería interior

La tabiquería interior del edificio se ejecutará mediante fábrica de ladrillo cerámico hueco de 8 cm de espesor (dimensiones nominales 24×11×8 cm), dispuesto con junta horizontal y vertical de 10 mm, recibido con mortero de cemento industrial tipo M-5.

### 8.2.6. Carpintería

- **Carpintería exterior**

La carpintería exterior del edificio industrial estará compuesta por diversos elementos funcionales que permiten el acceso e iluminación, garantizando al mismo tiempo un adecuado aislamiento térmico y acústico.

Puertas:

Se dispondrá de dos puertas de acceso peatonal a la industria, de una hoja abatible, con unas dimensiones de 1350 x 2200 mm. Estas puertas estarán ubicadas una en cada lado de la nave y estarán fabricadas conforme a las normativas vigentes de accesibilidad y seguridad.

Asimismo, se instalarán tres puertas seccionales industriales en las zonas de recepción y expedición de mercancías, con dimensiones de 4,00 x 4,00 m. Estas puertas estarán construidas con panel sándwich de 45 mm de espesor, compuesto por doble chapa de acero cincado y un núcleo aislante de espuma de poliuretano. El acabado será lacado por ambas caras (interna y externa), garantizando durabilidad, aislamiento térmico y resistencia a la corrosión.

Ventanas:

La industria contará con un total de diez ventanas fabricadas en PVC, colocadas en zona de oficina y laboratorio.

Cada ventana será de dos hojas practicables, con apertura hacia el interior, y tendrá unas dimensiones de 980 x 1350 mm. Estarán compuestas por marco, hojas móviles y junquillos, con acabado estándar en ambas caras y color blanco. Los perfiles utilizados tendrán una anchura de 70 mm, lo que proporciona un buen nivel de aislamiento térmico y acústico.

- **Carpintería interior**

Puertas:

Se van a utilizar 10 puertas de chapa lisa de 1 hoja de 100 x 220 cm. realizada en chapa de acero galvanizado de 1 mm. de espesor, perfiles de acero conformado en frío, herrajes de colgar y seguridad, manillas accesibles antienganche, cerradura con manilla de nylon, cerco de perfil de acero conformado en frío.

Se instalarán 6 puertas de doble hoja fabricada en chapa de acero, compuesta por dos paneles abatibles simétricos con dimensiones de 180 x 220 cm, para la comunicación entre almacenes y salas de producción. Cada hoja está construida con un bastidor metálico reforzado y cerrada por paneles de chapa galvanizada de alta resistencia. En su interior incorpora una capa de material aislante (como lana de roca, poliuretano expandido o poliestireno extruido), lo que proporciona propiedades térmicas y acústicas, además de aumentar la rigidez estructural del conjunto.

Las superficies exteriores de ambas hojas están terminadas con un acabado lacado en pintura poliéster horneada, disponible en distintos colores según carta RAL, lo que aporta protección anticorrosiva, estética duradera y fácil mantenimiento. La puerta incluye bisagras reforzadas, cierre central o multipunto y posibilidad de incorporar elementos adicionales como mirillas, rejillas de ventilación o burletes de estanqueidad.

- **Falso techo**

En la zona destinada a administración, laboratorios y aseos, se instalará un falso techo registrable, suspendido a una altura de 2,80 m sobre el nivel del suelo terminado en todo el sector.

## 8.3. Instalaciones

### 8.3.1. Instalación de fontanería

El objetivo principal de esta instalación es garantizar una red de fontanería funcional y eficiente en toda la nave industrial, desde el punto de provisión de agua hasta su distribución en los distintos puntos de consumo.

Para el diseño y ejecución de esta instalación se ha tenido en cuenta lo establecido en el Documento Básico HS – Salubridad del Código Técnico de la Edificación, asegurando así el cumplimiento de los requisitos mínimos de higiene y salubridad en la distribución del agua.

Se contempla la distribución de agua fría sanitaria (AFS) y de agua caliente sanitaria (ACS). Esta última será generada mediante dos calentadores eléctricos, dimensionado en función del caudal y demanda prevista en las zonas donde se requiere ACS (aseos, vestuarios, etc.).

La acometida de agua se ubicará en el exterior de la parcela, donde se conecta con la red general de abastecimiento del polígono industrial. Desde este punto, se enlaza con la instalación interior de la nave.

El material empleado para las tuberías de acometida será polietileno reticulado (PE-X). La instalación interior también se proyectará con materiales adecuados y homologados.

Para el dimensionado y cálculo de caudal de cada tipo de agua, se ha dividido la red de fontanería en zonas y tramos.

En el siguiente esquema se ven los puntos donde comienza y termina cada tramo.

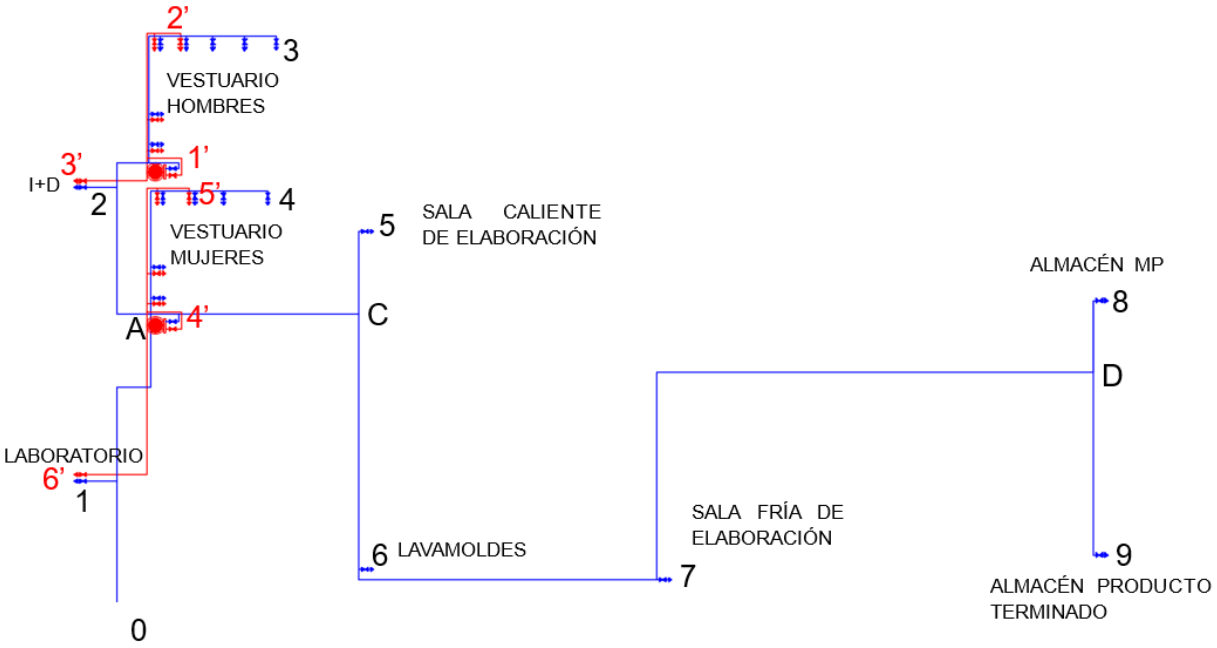



*Figura 5: Red de fontanería*

*Tabla 6: Caudal de AFS*

| | TRAMO | K | CAUDAL | CAUDAL DE DISEÑO | CAUDAL REAL |
|---|---|---|---|---|---|
| ZONA 4 | (D-8) | 1,00 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| | (D-9) | 1,00 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| | (7-D) | 1,00 | 0,3 +0,3 | 0,6 | 0,6 |
| | (6-7) | 1,00 | 0,6 + 0,7 | 1,3 | 1,3 |
| | (C-5) | 1,00 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| | (C-6) | 1,00 | 1,3 + 0,3 | 1,6 | 1,6 |
| | (A-C) | 1,00 | 1,6 + 0,3 | 1,9 | 1,9 |
| ZONA 3 | (A-4) | 0,45 | 0,1x4 + 0,2x2 | 0,8 | 0,36 |
| ZONA 2 | (2-3) | 0,41 | 0,1x5 + 0,2x2 | 0,9 | 0,37 |
| | (A-2) | 0,38 | 0,9 + 0,3 | 1,2 | 0,46 |
| ZONA 1 | (1-A) | 1,00 | 1,9 + 0,36 + 0,46 | 2,72 | 2,72 |
| | (0-1) GLOBAL | 1,00 | 2,72 + 0,3 | 3,02 | 3,02 |

*Tabla 7: Caudal de ACS*

| ÁREA | APARATO | CAUDAL | CAUDAL DE DISEÑO | CAUDAL REAL |
|---|---|---|---|---|
| **Aseo-vestuario masculino** | 2 lavabos | 2x0,065 | 0,13 | 0,33 |
| | 2 duchas | 2x0,10 | 0,20 | |
| **I+D** | Fregadero no doméstico | 1x0,20 | 0,20 | 0,20 |
| **Laboratorio** | Fregadero no doméstico | 1x0,20 | 0,20 | 0,20 |
| **Aseo-vestuario femenino** | 2 lavabos | 2x0,065 | 0,13 | 0,33 |
| | 2 duchas | 2x0,10 | 0,20 | |

El cálculo detallado del dimensionado de tuberías, así como la determinación de caudales y pérdidas de presión y se desarrolla en profundidad en el Anejo 6 Ingeniería de las Obras, concretamente en el Subanejo 6.2.1 Instalación de fontanería.

### 8.3.2. Instalación de saneamiento

Se han diseñado y calculado las redes de saneamiento conforme a lo especificado en el Subanejo 6.2.2: “Instalación de saneamiento”, cumpliendo con lo establecido en la exigencia básica DB-HS 5 del Código Técnico de la Edificación (CTE), relativa a la Evacuación de aguas. Esta normativa garantiza unas condiciones mínimas que aseguren la higiene, la salud pública y la protección del medio ambiente.

El diseño y dimensionado de la red de evacuación del edificio se ha realizado siguiendo lo indicado en los apartados 3 y 4 del DB-HS 5, lo que asegura una evacuación eficaz y segura de las aguas.

El sistema utilizado es de tipo sanitario semi-separativo, diferenciando claramente entre la evacuación de aguas fecales, la de aguas industriales y la de aguas pluviales, mediante redes independientes de derivaciones y bajantes. Ambas redes se integran posteriormente a través de una arqueta de registro común, que actúa como punto de conexión con la red de saneamiento público del polígono del municipio.

Las aguas pluviales serán recogidas inicialmente mediante canalones, que conducirán el agua a través de bajantes verticales de 63 mm de diámetro hacia una red de colectores, los cuales desembocan en arquetas de 40 x 40 cm.

Este diseño asegura que el edificio disponga de un sistema eficiente para la evacuación tanto de aguas fecales, aguas generadas en las actividades del proceso productivo e instalaciones y de las aguas pluviales recogidas durante episodios de lluvia, garantizando así la correcta funcionalidad del sistema.

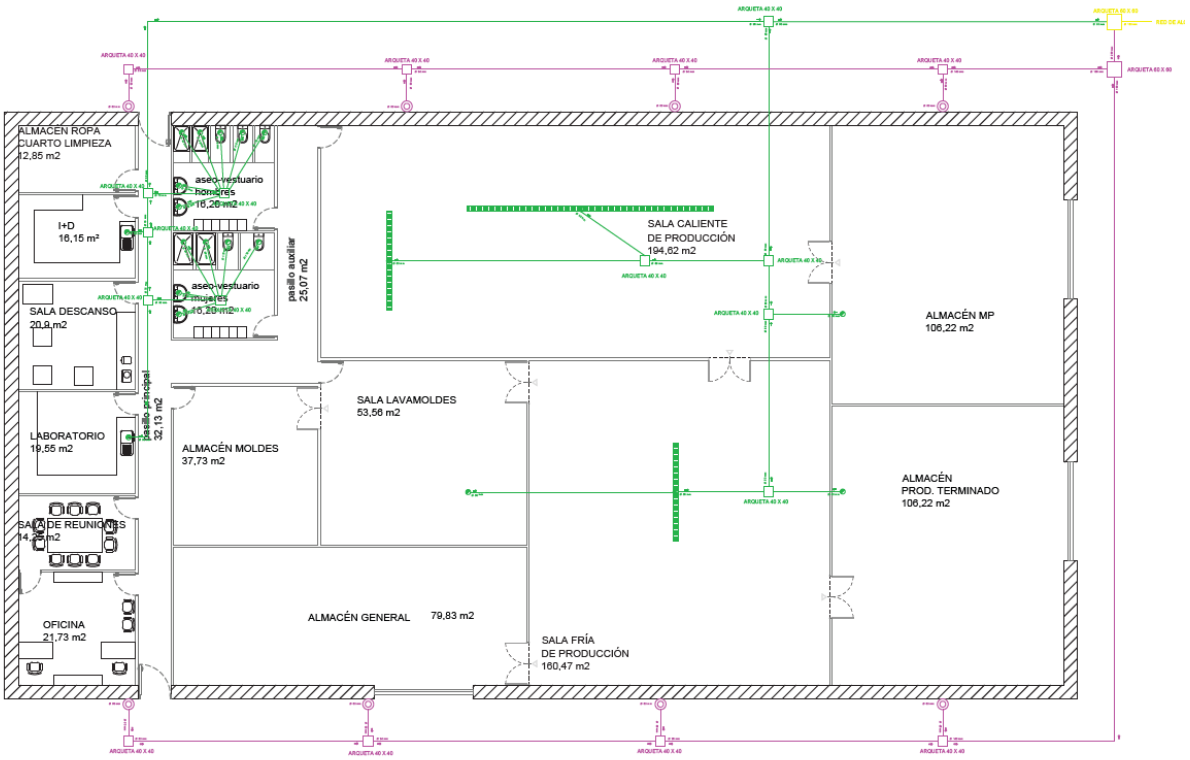



*Figura 6: Red de saneamiento*

### 8.3.3. Instalación eléctrica

El objetivo de esta instalación es dimensionar correctamente la red eléctrica de la nave industrial, incluyendo tanto el alumbrado interior y exterior como los puntos de fuerza necesarios para los equipos y maquinaria. Todo el diseño se realiza conforme al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-BT).

Para el alumbrado, se calcula el número de luminarias necesarias en cada espacio según el nivel de iluminación requerido (lux), las dimensiones de los recintos, el tipo de luminaria y diversos factores como el índice del local, coeficiente de utilización y factor de mantenimiento. A partir de estos datos se obtiene el flujo luminoso necesario y, con ello, el número y tipo de lámparas a instalar.

El dimensionado incluye también la definición de circuitos de alumbrado y fuerza, protecciones, canalizaciones y cuadros eléctricos. Todo el cálculo y justificación técnica se desarrolla en el Anejo de Instalaciones Eléctricas, cumpliendo los requisitos de seguridad, eficiencia y funcionalidad exigidos por la normativa vigente.

Los tipos de luminarias que se instalarán son:

*Tabla 8: Luminarias empleadas*

| TIPO DE LUMINARIA | POTENCIA (W) | LÚMENES |
|---|---|---|
| Pantalla LED estándar tipo lineal | 50 | 7000 |
| Lámpara downlight LED 10 cm | 12 | 1200 |
| Downlight LED 23 cm alto flujo | 30 | 3500 |

| TIPO DE LUMINARIA EXTERIOR | POTENCIA (W) | LÚMENES |
|---|---|---|
| Foco LED tipo rectangular | 75 | 12.500 |

Cada tipo de luminaria se instalará en diferentes zonas, dependiendo de las necesidades de iluminación de cada zona. Una vez conocido el número de luminarias necesarias para la industria, se obtiene la potencia para la iluminación de la nave.

Una vez calculada la potencia necesaria, se calcula la caída de tensión cada uno de los dos cuadros que conforman nuestra instalación. Los resultados se presentan en las siguientes tablas:

*Tabla 9: cálculo de intensidad, y caída de tensión de cuadro secundario 1.*

| CIRCUITO | ZONA | ELEMENTO | POTENCIA (W) | INTENSIDAD (A) | SECCIÓN ($mm^2$) | L (m) | CAÍDA TENSIÓN (V) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Almacén de materias primas | 9 lámparas | 450 | 2,17 | 2,5 | 55 | 1,54 |
| | | 2 enchufes | 300 | 1,45 | 2,5 | 43 | 0,80 |
| 2 | Almacén general | 8 lámparas | 400 | 1,93 | 2,5 | 30 | 0,75 |
| 3 | Sala caliente de producción | 24 lámparas | 1200 | 5,80 | 2,5 | 45 | 3,35 |
| 4 | Sala fría de producción | 20 lámparas | 1000 | 4,83 | 2,5 | 55 | 3,42 |
| 5 | Almacén de producto terminado | 9 lámparas | 450 | 2,17 | 2,5 | 65 | 1,82 |
| | | 2 enchufes | 300 | 1,45 | 2,5 | 63 | 1,17 |
| 6 | Almacén de moldes | 4 lámparas | 200 | 0,97 | 2,5 | 31 | 0,39 |
| 7 | Sala lavamoldes | 5 lámparas | 250 | 1,21 | 2,5 | 30 | 0,47 |
| 8 | Oficina | 10 lámparas | 300 | 1,45 | 2,5 | 29 | 0,54 |
| | | 4 enchufes | 600 | 2,90 | 2,5 | 28,5 | 1,06 |
| | | 1 radiador | 1500 | 7,25 | 2,5 | 27 | 2,52 |
| 9 | Laboratorio | 9 lámparas | 270 | 1,30 | 2,5 | 25 | 0,42 |
| | | 4 enchufes | 600 | 2,90 | 2,5 | 28 | 1,04 |
| | | 1 radiador | 1500 | 7,25 | 2,5 | 23 | 2,14 |
| 10 | I+D | 9 lámparas | 270 | 1,30 | 2,5 | 11 | 0,18 |
| | | 4 enchufes | 600 | 2,90 | 2,5 | 10 | 0,37 |
| | | 1 radiador | 1500 | 7,25 | 2,5 | 9,5 | 0,89 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | Sala de reuniones | 8 lámparas | 240 | 1,16 | 2,5 | 20 | 0,30 |
| | | 2 enchufes | 300 | 1,45 | 2,5 | 19,5 | 0,36 |
| | | 1 radiador | 1500 | 7,25 | 2,5 | 22 | 2,05 |
| 12 | Cuarto de limpieza y alm. de ropa | 8 lámparas | 96 | 0,46 | 2,5 | 5 | 0,03 |
| 13 | Aseo-vestuario hombres | 12 lámparas | 144 | 0,70 | 2,5 | 8 | 0,07 |
| | | 2 enchufes | 300 | 1,45 | 2,5 | 9 | 0,17 |
| | | 1 radiador | 1500 | 7,25 | 2,5 | 7,5 | 0,70 |
| 14 | Aseo-vestuario mujeres | 12 lámparas | 144 | 0,70 | 2,5 | 10 | 0,09 |
| | | 2 enchufes | 300 | 1,45 | 2,5 | 12 | 0,22 |
| | | 1 radiador | 1500 | 7,25 | 2,5 | 13 | 1,21 |
| 15 | Sala de descanso | 12 lámparas | 144 | 0,70 | 2,5 | 17 | 0,15 |
| | | 1 radiador | 1500 | 7,25 | 2,5 | 18 | 1,68 |
| | | 4 enchufes | 600 | 2,90 | 2,5 | 20 | 0,75 |
| 16 | Pasillo principal | 11 lámparas | 330 | 1,59 | 2,5 | 26 | 0,53 |
| | | 4 radiadores | 6000 | 28,99 | 6 | 24 | 3,73 |
| 17 | Pasillo auxiliar | 6 lámparas | 180 | 0,87 | 2,5 | 26 | 0,29 |
| | | 2 radiadores | 3000 | 14,49 | 2,5 | 22 | 4,10 |
| LÍNEA CUADRO 1 | | | **29468** | **142,36** | **70** | **2** | **0,13** |

El cuadro secundario 1 abastece a iluminación, tomas de corriente y radiadores eléctricos con tensión de 230 V. Se ubicará en la pared del almacén de limpieza. El suministro monofásico incluye fase, neutro y protección. Desde la CGPM se emplearán cables multiconductores tipo B2 (2x XLPE) con cubierta de PVC, tensión nominal 0,6 / 1 kV, empotrados en pared.

*Tabla 10: cálculo de intensidad, y caíde de tensión de cuadro secundario 2.*

| CIRCUITO | ELEMENTO | POTENCIA (W) | INTENSIDAD (A) | SECCIÓN ($mm^2$) | L (m) | CAÍDA TENSIÓN (V) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 18 | Mezcladora | 18000 | 34,64 | 10 | 40 | 9,68 |
| 19 | Refinadora de dos rodillos | 12100 | 23,29 | 10 | 42 | 6,83 |
| 20 | Refinadora de cinco rodillos | 15000 | 28,87 | 10 | 38 | 7,66 |
| 21 | Concha | 20000 | 38,49 | 10 | 36 | 9,68 |
| 22 | Atemperador | 4500 | 8,66 | 2,5 | 48 | 11,62 |
| 23 | 2 mezcladoras para rellenos | 1200 | 2,31 | 2,5 | 42 | 2,71 |
| 24 | Moldeadora | 3500 | 6,74 | 2,5 | 41 | 7,72 |
| 25 | Área vibratoria autónoma | 10000 | 19,25 | 4 | 48 | 16,14 |
| 26 | Túnel de enfriamiento vertical | 12000 | 23,09 | 10 | 50 | 8,07 |
| 27 | Desmoldadora | 1500 | 2,89 | 6 | 51 | 1,71 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 28 | 3 envasadoras | 6000 | 11,55 | 2,5 | 55 | 17,75 |
| 29 | Máquina lava moldes | 41000 | 78,91 | 35 | 38 | 5,99 |
| 30 | Compresor | 3000 | 5,77 | 2,5 | 2 | 0,32 |
| LÍNEA CUADRO 2 | | **147800** | **284,45** | **120** | **2** | **0,33** |

El cuadro secundario 2 alimentará la maquinaria y equipos de la zona de producción con una tensión de 400 V. Se ubicará en la pared del almacén de limpieza. El suministro será trifásico (tres fases, neutro y protección). Se utilizarán cables multiconductores tipo B2 (2x XLPE), con cubierta de PVC, tensión 0,6 / 1 kV, empotrados en pared y provenientes de la CGPM.

A partir del análisis de necesidades eléctricas, se dimensiona el suministro mediante una acometida subterránea que conecta la red de distribución de la empresa suministradora con el cuadro general de protección y medida de la nave. Esta acometida se instala en una zanja de 80 cm de profundidad, y suministra a la industria una potencia de 150 kW a una tensión nominal de 0,6/1 kV.

En resumen, las potencias demandadas por cada una de las líneas de distribución eléctrica de la nave industrial son:

*Tabla 11: Resumen de la instalación eléctrica.*

| CIRCUITO | LONGITUD (m) | POTENCIA (W) | INTENSIDAD (A) | SECCIÓN ($mm^2$) | CAÍDA TENSIÓN (V) |
|---|---|---|---|---|---|
| Acometida | 20 | 177.268 | 590,9 | 150 | 2,39 |
| Cuadro 1 | 2 | 29.468 | 142,36 | 70 | 0,13 |
| Cuadro 2 | 2 | 147.800 | 284,45 | 120 | 0,33 |

El cálculo completo de la instalación eléctrica se detalla en el Anejo 6 “Ingeniería de las Obras”, Subanejo 6.2.3. Se dimensionan las luminarias, potencias por sala, intensidades, factores de corrección y caída de tensión. Se determina también la sección adecuada del cableado según las necesidades de cada línea.

### 8.3.4. Instalación de aire comprimido

Se ha diseñado una instalación de aire comprimido para alimentar la maquinaria del proceso productivo, con una presión requerida de 6 bar, generada por un compresor de pistón de caudal mínimo 570 l/min. El diseño completo se encuentra en el Subanejo 6.2.4. La velocidad del aire será de 6 m/s en la tubería principal (Ø 44,45 mm) y 15 m/s en las derivaciones, con diámetros de 13 mm para moldeadora y desmoldadoras, y 10 mm para la zona vibratoria autónoma.

### 8.3.5. Instalación contra incendios

En el Anejo 9 “Estudio de protección contra incendios” se han analizado las necesidades específicas de la industria para garantizar la seguridad frente a posibles incendios. Se ha llevado a cabo una clasificación del riesgo intrínseco del establecimiento según la normativa vigente, lo que ha permitido definir adecuadamente la localización de los equipos de extinción. Para ello, se ha seguido lo establecido en el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (RSCIEI 2025).

La ubicación precisa de los equipos de protección se recoge en el Documento II: Planos, específicamente en el plano 15 “Instalación de protección contra incendios”.

## 9. Cumplimiento del código técnico de la edificación

### 9.1. DB SE – Seguridad estructural

Este Documento Básico tiene como finalidad establecer los criterios y procedimientos necesarios para cumplir con las exigencias básicas de seguridad estructural que exige el CTE. El objetivo principal es garantizar que la estructura del edificio tenga un comportamiento resistente y estable frente a las distintas acciones que puedan producirse tanto durante el proceso constructivo como a lo largo de su vida útil.

Se asegura, por tanto, que la edificación posea la capacidad de resistir las cargas previstas sin sufrir daños que comprometan su seguridad, funcionalidad o durabilidad. Además, se consideran los requisitos relativos a la resistencia mecánica, la estabilidad general y la integridad estructural de los elementos constructivos.

### 9.2. DB SI – Seguridad en caso de incendio

El Documento Básico DB SI establece los requisitos y directrices a seguir para minimizar los riesgos derivados de incendios, protegiendo la integridad de los ocupantes y facilitando la evacuación en condiciones de seguridad. Aunque su ámbito principal se centra en edificios de uso residencial, administrativo, docente, etc., el CTE excluye expresamente los establecimientos industriales, los cuales están regulados por el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, aprobado por el RSCIEI 2025.

No obstante, para el presente proyecto se ha seguido una metodología detallada de análisis y diseño de la protección contra incendios, tal como se recoge en el Anejo 9 “Estudio de protección contra incendios”, donde se definen las medidas activas y pasivas, la clasificación del riesgo, las rutas de evacuación y la localización de los equipos de extinción y señalización.

## 9.3. DB SUA – Seguridad de utilización y accesibilidad

El objetivo de este Documento Básico es establecer los criterios necesarios para garantizar que los edificios puedan ser utilizados de forma segura y accesible por todos los usuarios, incluyendo personas con movilidad reducida o discapacidad.

El proyecto cumple con los requisitos establecidos en el DB SUA en todas sus secciones, asegurando la prevención de riesgos en el uso cotidiano de las instalaciones. En concreto, se garantiza la seguridad frente a los siguientes riesgos:

- Seguridad contra riesgo de caídas (DB-SUA 1)
- Seguridad contra riesgo de impacto o atrapamiento (DB-SUA 2)
- Seguridad contra riesgo de aprisionamiento en espacios cerrados (DB-SUA 3)
- Seguridad contra riesgo de iluminación inadecuada (DB-SUA 4)
- Seguridad contra riesgo causado por situaciones de alta ocupación (DB-SUA 5)
- Seguridad contra riesgo de ahogamiento (DB-SUA 6)
- Seguridad contra riesgo causado por vehículos en movimiento (DB-SUA 7)
- Seguridad contra riesgo causado por acción de rayos (DB-SUA 8)
- Accesibilidad (DB-SUA 9)

## 9.4. DB HS – Salubridad

Este DB tiene como finalidad establecer las condiciones necesarias para garantizar un entorno saludable en el edificio, minimizando los riesgos de afecciones a la salud o molestias a los usuarios por causas relacionadas con la construcción, uso y mantenimiento del mismo.

En este proyecto se han adoptado las medidas necesarias para cumplir con las siguientes exigencias básicas:

- HS 1: Protección frente a la humedad
- HS 2: Recogida y evacuación de residuos
- HS 3: Calidad del aire interior
- HS 4: Suministro adecuado de agua potable
- HS 5: Evacuación eficaz de aguas residuales y pluviales

Todas estas medidas están detalladas en el Subanejo 6.2.2 “Instalación de saneamiento”, garantizando una correcta salubridad del entorno industrial.

## 9.5. DB HR – Protección frente al ruido

El DB HR tiene por objeto limitar los efectos negativos del ruido en el interior del edificio, asegurando condiciones acústicas que no perjudiquen la salud ni el confort de los usuarios.

En este proyecto se han adoptado las soluciones constructivas necesarias para cumplir con los límites establecidos en cuanto a aislamiento acústico y control del ruido

tanto aéreo como de impacto. Las medidas específicas están recogidas en el Anejo 10 “Estudio de protección frente al ruido”, donde se detallan las soluciones técnicas implementadas para garantizar el cumplimiento normativo.

### 9.6. DB HE – Ahorro de energía

Este Documento Básico tiene como finalidad establecer criterios que permitan un uso racional de la energía en los edificios, fomentando la eficiencia energética y reduciendo el impacto ambiental asociado al consumo. En el proyecto se han adoptado diversas medidas orientadas a optimizar el rendimiento energético de la instalación, las cuales se desarrollan detalladamente en el Anejo 11 “Estudio de la eficiencia energética”.

Dicho anejo justifica el cumplimiento de los siguientes requisitos del CTE en materia de energía:

- HE 1: Limitación de la demanda energética del edificio mediante una adecuada envolvente térmica.
- HE 2: Mejora del rendimiento de las instalaciones térmicas para reducir el consumo.
- HE 3: Implantación de sistemas de iluminación energéticamente eficientes.
- HE 4: Aportación mínima de energía solar para la producción de agua caliente sanitaria (ACS).
- HE 5: Contribución mínima de energía eléctrica mediante instalación de sistemas fotovoltaicos.

Estas actuaciones permiten reducir el consumo energético global de la industria, cumpliendo con los niveles exigidos por el Código Técnico de la Edificación.

## 10. Plazo de ejecución, puesta en marcha y garantía de las obras.

El presente apartado tiene como objetivo la elaboración de un programa de ejecución de obra, que permita estimar con precisión el plazo necesario para la construcción e instalación de la fábrica, así como su posterior puesta en funcionamiento.

Con el fin de organizar de forma eficiente las diferentes fases del proyecto, este se estructurará en diversas actividades a las que se les asignará un tiempo estimado de ejecución, teniendo en cuenta los recursos humanos y los medios mecánicos previstos.

Se establece como fecha de inicio de las obras el 1 de octubre de 2025, teniendo en cuenta los días festivos oficiales según el calendario laboral del municipio Villadangos del Páramo, con el fin de garantizar una planificación realista y ajustada a la normativa.

La jornada laboral será de 8 h, desde las 9:00 y hasta las 17:00 h, lo que permitirá mantener un régimen de trabajo semanal de 40 h efectivas. Este horario se podrá modificar en meses más calurosos, adelantando la hora de comienzo. Esta

distribución horaria tiene como objetivo optimizar los recursos humanos y técnicos disponibles para cumplir con los plazos de ejecución establecidos.

Se ha dividido el proyecto en un total de 16 actividades, las cuales representan las principales fases de ejecución necesarias para llevar a cabo las obras de la industria.

1. Consecución de licencias y permisos
2. Replanteo de las obras
3. Acondicionamiento del terreno
4. Cimentaciones, saneamiento y toma de tierra
5. Estructuras
6. Cubiertas
7. Fachadas y particiones
8. Instalaciones
9. Aislamientos e impermeabilizaciones
10. Revestimientos
11. Carpintería, cerrajería y vidrios
12. Mobiliario
13. Maquinaria y equipamiento
14. Urbanización interior de la parcela
15. Verificación de la obra
16. Recepción definitiva de la obra

A continuación, se presenta el diagrama de Gantt correspondiente a la planificación temporal de las obras:

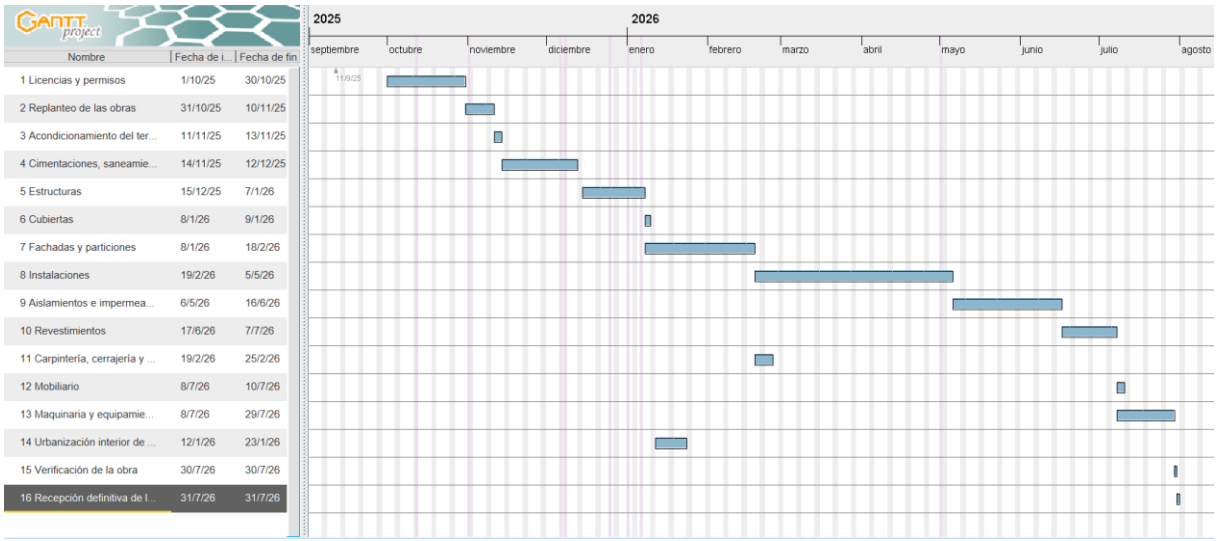



*Figura 7: Diagrama de Gantt*

Finalmente, a partir del análisis realizado y mediante la elaboración de los correspondientes gráficos y diagramas de planificación, se establece un periodo estimado de ejecución de las obras de 212 días laborales. Se ha fijado como fecha de inicio de las obras el 1 de octubre de 2025, previendo su finalización el 31 de julio de 2026.

Se explica de manera más detallada en el Anejo 8 “Programación para la ejecución”

# 11. Estudio de impacto ambiental

Se han identificado los posibles impactos ambientales derivados de la ejecución y funcionamiento de la industria, evaluando sus efectos sobre distintos factores como el paisaje, la fauna, el suelo, el aire y los recursos hídricos, especialmente durante la fase de construcción. A partir de este análisis, se establecerán una serie de medidas correctoras, preventivas y compensatorias con el objetivo de minimizar o eliminar dichos impactos, garantizando así que la actividad no genere afecciones significativas al entorno.

Tras analizar los diversos aspectos del Estudio de Impacto Ambiental para la industria de elaboración de bombones en Villadangos del Páramo, se puede concluir que, si bien el proyecto conlleva ciertas acciones que impactarán el entorno. estas se consideran generalmente de bajo impacto debido a la ubicación en un polígono industrial ya alterado. Es fundamental, por tanto, la correcta implementación de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias propuestas. El seguimiento continuo de la calidad del aire, la gestión adecuada de residuos y la minimización de ruidos y vertidos serán cruciales para asegurar la sostenibilidad ambiental del proyecto y maximizar sus beneficios socioeconómicos para la región.

Todo ello queda recogido en el Anejo 7 “Estudio de Impacto Ambiental”.

# 12. Evaluación económica

Se lleva a cabo un análisis económico para evaluar la viabilidad y rentabilidad a largo plazo del proyecto.

Se han considerado dos métodos de financiación, seleccionando el más adecuado:

- Financiación propia:

Este tipo de financiación implica que el empresario emplea sus propios recursos o capital para llevar a cabo la inversión. Durante la operación del negocio, la empresa se autofinancia mediante los ingresos generados o con nuevas aportaciones de sus socios.

- Financiación ajena:

Este tipo de financiación corresponde a los recursos que la empresa recibe de terceros, como accionistas, proveedores, clientes o entidades bancarias. En este caso, se plantea financiar el 40% de la inversión mediante un préstamo a devolver en un plazo de 10 años, con un interés del 5%.

Los parámetros utilizados para la evaluación del proyecto son:

- Vida útil del proyecto: 30 años
- Tasa de actualización: 7 %
- Tasa de inflación: 2,11 %

- Incremento de cobros: 3,05 %
- Incremento de pagos: 4,47 %

El resultado obtenido estudiando ambas alternativas se resume en el siguiente cuadro:

*Tabla 12: Resumen de supuestos de financiación*

| SUPUESTO | TIR (%) | VAN (€) | TIEMPO DE RECUPERACIÓN (años) | RELACIÓN BENEF/INVERSIÓN |
|---|---|---|---|---|
| **Financiación propia** | 11,48 | 1.714.138,09 | 13 | 1,57 |
| **Financiación ajena** | 12,25 | 1.809.008,15 | 12 | 2,77 |

Tras evaluar ambos supuestos, se concluye que tanto la financiación propia como la ajena resultan viables, ya que en ambos casos el proyecto presenta un VAN positivo y un tiempo de recuperación de la inversión razonable (13 y 12 años, respectivamente).

No obstante, al comparar los indicadores financieros, la opción de financiación ajena se perfila como la más interesante. Esta alternativa ofrece una TIR más elevada (12,25 % frente a 11,48 %), un VAN ligeramente superior (1.809.008,15 € frente a 1.714.138,09 €) y, especialmente, una relación beneficio/inversión más favorable (2,77 frente a 1,57). Además, el plazo de recuperación es un año menor.

En resumen, desde el punto de vista económico y financiero, la financiación ajena proporciona un mejor rendimiento para el proyecto.

# 13. Resumen de presupuesto

*Tabla 13: Resumen del presupuesto*

| CAPÍTULO | IMPORTE (€) |
|---|---|
| 1 Acondicionamiento del terreno | 5.562,90 |
| 2 Cimentación | 99.998,04 |
| 3 Estructura | 106.621,73 |
| 4 Fachadas, particiones | 68.406,25 |
| 5 Carpintería | 3.889,11 |
| 6 Instalaciones | 35.458,07 |
| 7 Cubiertas | 64.975,43 |
| 8 Revestimientos | 20.946,37 |
| 9 Señalización y equipamiento | 8.481,07 |
| 10 Urbanización interior de la parcela | 216.591,54 |
| 11 Seguridad y salud | 13.744,31 |
| 12 Gestión de residuos | 1.594,77 |
| **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)** | **646.269,59** |
| | |
| Gastos generales (13%) | 84.015,05 |
| Beneficio industrial (6%) | 38.776,18 |
| **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (PEC)** | **930.563,59** |
| | |
| 21% IVA | 174.844,83 |
| **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA CON IVA (PEC + IVA)** | **1.105.408,42** |
| | |
| **MAQUINARIA** | |
| Maquinaria | 270.995,02 |
| 21% IVA | 56,908,95 |
| **TOTAL MAQUINARIA** | **327.903,97** |
| | |
| **HONORARIOS** | |
| Honorarios Redacción Proyecto 2% s/PEM + maquinaria sin IVA | 18.345,29 |
| Honorarios Dirección de Obra 2% s/PEM + maquinaria sin IVA | 18.345,29 |
| Honorarios Redacción del Estudio de Seguridad y Salud 1% s/PEM | 6.462,70 |
| Honorarios Coordinación del Estudio de Seguridad y Salud 1% s/PEM | 6.462,70 |
| Suma honorarios | 49.615,98 |
| 21% IVA honorarios | 10.419,36 |
| **TOTAL HONORARIOS** | **60.035,34** |
| | |
| **PRESUPUESTO TOTAL** | **1.318.502,90** |



Miguel Tazo Castrillo
Alumno del Grado en Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

# ANEJO 1. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Miguel Tazo Castrillo
Universidad de Valladolid (Campus de Palencia) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Grado en Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

# ÍNDICE

**1. Introducción ..... 3**

**2. Evaluación de alternativas ..... 3**

**2.1. Tipo de bombón ..... 3**

**2.2. Calidad del bombón ..... 6**

**2.3. Tipo de aceite ..... 8**

**2.4. Tipo de Distribución en planta ..... 10**

**2.5. Material de la estructura ..... 12**

**2.6. Material de la cubierta ..... 14**

# 1. Introducción

En este anejo se va a comparar y evaluar las diversas opciones disponibles para la implementación y desarrollo del proyecto. Se presentarán unas alternativas, las cuales serán valoradas y comparadas. Este análisis permitirá encontrar y seleccionar la mejor opción para los objetivos del proyecto.

La metodología empleada para realizar esta valoración será mediante un análisis multicriterio, el cual garantiza una toma de decisiones fundamentada, considerando múltiples factores y criterios importantes para cada aspecto del proyecto. De esta manera, se asegura que la elección final sea óptima para conseguir así los resultados óptimos.

# 2. Evaluación de alternativas

## 2.1. Tipo de bombón

Las diferentes alternativas relacionadas con el tipo de producto a elaborar son:

- Alternativa 1: Producción de bombones rellenos
- Alternativa 2: Producción de bombones sólidos
- Alternativa 3: Producción de bombones de licor

Los criterios de evaluación que se van a valorar son:

- Atracción y demanda del mercado (30%)
  Evaluar la popularidad y el atractivo general de cada tipo de bombón en el mercado actual. Se considera factores como: las preferencias de los consumidores, las tendencias de consumo, y el tamaño del mercado para cada variedad de bombón.

- Potencial de innovación y personalización (25%)
  Mide la capacidad de crear nuevas variedades, sabores y diseños.
  Este criterio mide la capacidad de cada tipo de bombón para ofrecer variaciones, nuevos sabores, texturas y presentaciones. Este criterio es muy importante, ya que la diferenciación del producto es una ventaja muy grande.

- Complejidad del proceso productivo y costos (15%)
  Evaluar la dificultad técnica y los costos asociados a la producción de cada tipo de bombón. Se consideran aspectos como la complejidad de la maquinaria necesaria, la especialización de la mano de obra requerida, y los costos de materias primas y producción.

- Vida útil y requisitos de almacenamiento (15%)
  Evaluar la durabilidad del producto y las condiciones necesarias para su perfecta conservación. Este criterio es importante para la logística, distribución y mantenimiento de la calidad del producto hasta que llega al consumidor final.

- Adaptabilidad a tendencias saludables (15%)
  Medir la facilidad con la que cada tipo de bombón puede adaptarse a las demandas de productos más saludables, como opciones bajas en azúcar, orgánicas o veganas.

Alternativa 1: Producción de bombones rellenos

- Atracción y demanda del mercado (9/10): Los bombones rellenos son muy populares y ofrecen una amplia gama de sabores y texturas, lo que atrae a un público diverso.

- Potencial de innovación y personalización (9/10): Permite una gran creatividad en la combinación de rellenos, cubiertas y decoraciones, lo que facilita la creación de productos únicos y personalizados.

- Complejidad del proceso productivo y costos (6/10): El proceso de elaboración es más complejo que el de los bombones sólidos, lo que implica mayores costos de producción y mano de obra especializada.

- Vida útil y requisitos de almacenamiento (7/10): La vida útil puede ser limitada dependiendo del tipo de relleno, y requieren condiciones de almacenamiento controladas.

- Adaptabilidad a tendencias saludables (8/10): Es posible crear rellenos más saludables utilizando ingredientes naturales, bajos en azúcar o veganos.

*Tabla 1: puntuación bombones rellenos.*

| CRITERIO | NOTA (1 a 10) | PESO (%) | RESULTADO |
|---|---|---|---|
| Atracción y demanda del mercado | 9 | 30 | 2,70 |
| Potencial de innovación y personalización | 9 | 25 | 2,25 |
| Complejidad del proceso productivo y costos | 6 | 15 | 0,90 |
| Vida útil y requisitos de almacenamiento | 7 | 15 | 1,05 |
| Adaptabilidad a tendencias saludables | 8 | 15 | 1,20 |
| | | **TOTAL** | **8,10** |

Alternativa 2: Producción de bombones sólidos

- Atracción del mercado y demanda del consumidor (6/10): Son más tradicionales y menos atractivos para el público joven.

- Potencial de Innovación y personalización (5/10): Limitado a la variación del tipo de chocolate (negro, con leche, blanco) y adición de frutos secos.

- Complejidad del proceso productivo y postos (8/10): El proceso de elaboración es más sencillo y económico que el de los bombones rellenos.

- Vida útil y requisitos de almacenamiento (9/10): Tienen una vida útil más larga y son menos sensibles a las condiciones de almacenamiento.

- Adaptabilidad a tendencias saludables (7/10): Se pueden adaptar utilizando chocolate negro con alto porcentaje de cacao y bajos niveles de azúcar.

*Tabla 2: puntuación bombones sólidos.*

| CRITERIO | NOTA (1 a 10) | PESO (%) | RESULTADO |
|---|---|---|---|
| Atracción y demanda del mercado | 6 | 30 | 1,80 |
| Potencial de innovación y personalización | 5 | 25 | 1,25 |
| Complejidad del proceso productivo y costos | 8 | 15 | 1,20 |
| Vida útil y requisitos de almacenamiento | 9 | 15 | 1,35 |
| Adaptabilidad a tendencias saludables | 7 | 15 | 1,05 |
| | | **TOTAL** | **6,65** |

Alternativa 3: Producción de bombones de licor

- Atracción del mercado y demanda del consumidor (7/10): Atractivo para un público adulto, pero con un mercado más limitado.

- Potencial de Innovación y personalización (7/10): Se pueden combinar diferentes tipos de chocolate y licores, pero con restricciones legales y culturales en algunos mercados.

- Complejidad del proceso productivo y costos (7/10): El proceso de elaboración es más delicado debido a la incorporación de licor, lo que requiere mayor precisión y control.

- Vida útil y requisitos de almacenamiento (6/10): La vida útil puede ser limitada y requieren condiciones de almacenamiento especiales para evitar la evaporación del alcohol.

- Adaptabilidad a tendencias saludables (5/10): Dificultad para adaptar el producto a tendencias saludables debido al contenido de alcohol.

*Tabla 3: puntuación bombones de licor.*

| CRITERIO | NOTA (1 a 10) | PESO (%) | RESULTADO |
|---|---|---|---|
| Atracción y demanda del mercado | 7 | 30 | 2,10 |
| Potencial de innovación y personalización | 7 | 25 | 1,75 |
| Complejidad del proceso productivo y costos | 7 | 15 | 1,05 |
| Vida útil y requisitos de almacenamiento | 6 | 15 | 0,90 |
| Adaptabilidad a tendencias saludables | 5 | 15 | 0,75 |
| | | **TOTAL** | **6,55** |

**Conclusión:**
La alternativa de producción de bombones rellenos obtiene la puntuación más alta (8,10), destacando principalmente por su gran atractivo en el mercado, su potencial de innovación y su capacidad para adaptarse a las tendencias de consumo saludable. Aunque la empresa se queda con la posibilidad de elaborar bombones de otros tipos en el futuro.

## 2.2. Calidad del bombón

Las diferentes alternativas relacionadas con el tipo de bombón a elaborar son:

- Alternativa 1: Producción de bombones de alta calidad
- Alternativa 2: Producción de bombones tradicionales
- Alternativa 3: Producción de bombones estándar

Los criterios de evaluación que se van a valorar son:

- Calidad de Ingredientes (30%)
  Evalúa la pureza y origen de los ingredientes utilizados en la elaboración del bombón.

- Proceso de Elaboración (25%)
  Mide la complejidad y cuidado en el proceso de fabricación del bombón.

- Sabor y Textura (20%)
  Considera la riqueza del sabor y la experiencia sensorial al consumir el bombón.

- Percepción del Consumidor (15%)
  Evalúa cómo el consumidor percibe y valora cada tipo de bombón.

- Precio y Rentabilidad (10%)

Mide el potencial de ganancias considerando los costos de producción y el precio de venta.

Alternativa 1: Producción de Bombones de alta calidad

- Calidad de Ingredientes (9/10): Utilizan cacao de alta calidad, cuidadosamente seleccionado y de origen único.
- Proceso de Elaboración (9/10): Se elaboran con métodos innovadores, prestando atención a cada detalle.
- Sabor y Textura (9/10): Ofrecen un sabor rico y complejo, con una textura suave y sedosa.
- Percepción del Consumidor (8/10): Son percibidos como productos de lujo y alta calidad.
- Precio y Rentabilidad (7/10): Tienen un precio más elevado, pero también mayores costos de producción.

*Tabla 4: puntuación bombones de alta calidad.*

| CRITERIO | NOTA (1 a 10) | PESO (%) | RESULTADO |
|---|---|---|---|
| Calidad de Ingredientes | 9 | 30 | 2,70 |
| Proceso de Elaboración | 9 | 25 | 2,25 |
| Sabor y Textura | 9 | 20 | 1,80 |
| Percepción del Consumidor | 8 | 15 | 1,20 |
| Precio y Rentabilidad | 7 | 10 | 0,70 |
| | | **TOTAL** | **8,65** |

Alternativa 2: Producción de Bombones Tradicionales

- Calidad de Ingredientes (7/10): Utilizan ingredientes de buena calidad, aunque no necesariamente de origen único.
- Proceso de Elaboración (7/10): Siguen métodos tradicionales, pero con menos atención al detalle que los premium.
- Sabor y Textura (7/10): Ofrecen un sabor agradable y una textura satisfactoria.
- Percepción del Consumidor (7/10): Son percibidos como productos de calidad, asociados a la tradición.
- Precio y Rentabilidad (8/10): Tienen un precio moderado y costos de producción razonables.

*Tabla 5: puntuación bombones tradicionales.*

| CRITERIO | NOTA (1 a 10) | PESO (%) | RESULTADO |
|---|---|---|---|
| Calidad de Ingredientes | 7 | 30 | 2,10 |
| Proceso de Elaboración | 7 | 25 | 1,75 |
| Sabor y Textura | 7 | 20 | 1,40 |
| Percepción del Consumidor | 7 | 15 | 1,05 |
| Precio y Rentabilidad | 8 | 10 | 0,80 |
| | | **TOTAL** | **7,10** |

Alternativa 3: Producción de Bombones Estándar

- Calidad de Ingredientes (5/10): Utilizan ingredientes de calidad media, pueden incluir aditivos.
- Proceso de Elaboración (5/10): Producción en masa utilizando maquinaria moderna.
- Sabor y Textura (5/10): Sabor más artificial y textura menos refinada.
- Percepción del Consumidor (6/10): Son percibidos como productos accesibles y familiares.
- Precio y Rentabilidad (9/10): Tienen un precio más bajo y costos de producción reducidos.

*Tabla 6: puntuación bombones estándar.*

| CRITERIO | NOTA (1 a 10) | PESO (%) | RESULTADO |
|---|---|---|---|
| Calidad de Ingredientes | 5 | 30 | 1,50 |
| Proceso de Elaboración | 5 | 25 | 1,25 |
| Sabor y Textura | 5 | 20 | 1,00 |
| Percepción del Consumidor | 6 | 15 | 0,90 |
| Precio y Rentabilidad | 9 | 10 | 0,90 |
| | | **TOTAL** | **5,55** |

**Conclusión:**
La alternativa de producción de bombones de alta calidad tiene la puntuación más alta (8,65), destacando principalmente por la calidad de sus ingredientes, su proceso de elaboración cuidadoso y su excelente sabor y textura.

## 2.3. Tipo de aceite

Las diferentes alternativas relacionadas con el tipo de aceite a utilizar son:

- Alternativa 1: Aceite de girasol
- Alternativa 2: Aceite de palma

Los criterios de evaluación que se van a valorar son:

- Composición nutricional (30%)
  Evaluar el perfil de grasas y su impacto en la salud.

- Precio y rentabilidad (25%)
  Considerar el precio del aceite y su impacto en el proceso de producción.

- Impacto ambiental (20%)
  Medir el efecto de la producción del aceite en el medio ambiente.

- Vida útil (15%)
  Evaluar la duración del aceite antes de que empiece a perder su calidad óptima.

- Percepción del consumidor (10%)
  Considera la imagen del aceite entre los consumidores.

Alternativa 1: Aceite de girasol

- Composición nutricional (8/10): Contiene menos grasas saturadas, siendo más saludable.

- Precio y rentabilidad (6/10): Más caro que el aceite de palma, pero aún rentable.

- Impacto ambiental (7/10): Menor impacto en la biodiversidad comparado con el aceite de palma.

- Vida útil (7/10): Dura aproximadamente 6 meses una vez abierto.

- Percepción del consumidor (8/10): Generalmente percibido como una opción más saludable.

*Tabla 7: puntuación aceite de girasol.*

| CRITERIO | NOTA (1 a 10) | PESO (%) | RESULTADO |
|---|---|---|---|
| Composición nutricional | 8 | 30 | 2,40 |
| Precio y rentabilidad | 6 | 25 | 1,50 |
| Impacto ambiental | 7 | 20 | 1,40 |
| Vida útil | 7 | 15 | 1,05 |
| Percepción del consumidor | 8 | 10 | 0,80 |
| | | **TOTAL** | **7,15** |

Alternativa 2: Aceite de palma

- Composición nutricional (4/10): Alto contenido en grasas saturadas, menos saludable.

- Precio y rentabilidad (9/10): Significativamente más barato, aumentando la rentabilidad.

- Impacto ambiental (3/10): Mayor impacto negativo en la biodiversidad debido a las plantaciones masivas.

- Vida útil (8/10): Generalmente tiene una vida útil más larga debido a su estabilidad.

- Percepción del consumidor (4/10): Percepción negativa debido a preocupaciones de salud y ambientales.

*Tabla 8: puntuación aceite de palma.*

| CRITERIO | NOTA (1 a 10) | PESO (%) | RESULTADO |
|---|---|---|---|
| Composición nutricional | 4 | 30 | 1,20 |
| Precio y rentabilidad | 9 | 25 | 2,25 |
| Impacto ambiental | 3 | 20 | 0,60 |
| Vida útil | 8 | 15 | 1,20 |
| Percepción del consumidor | 4 | 10 | 0,40 |
| | | **TOTAL** | **5,65** |

**Conclusión:**
El aceite de girasol tiene una puntuación más alta (7,15). Aunque el aceite de palma sea más rentable y tenga una vida útil más larga, el aceite de girasol tiene mejor perfil nutricional, menor impacto ambiental y una opinión más positiva de los consumidores.

## 2.4. Tipo de Distribución en planta

Las diferentes alternativas relacionadas con el tipo de distribución en planta a implementar son:

- Alternativa 1: Distribución en L
- Alternativa 2: Distribución en U
- Alternativa 3: Distribución en línea recta

Los criterios de evaluación que se van a valorar son:

- Eficiencia del flujo de materiales (30%):
  Evaluar la facilidad y eficacia del movimiento de los materiales y productos.

- Flexibilidad y adaptabilidad (25%):
  Medir la capacidad de ajustarse a cambios en la producción.

- Utilización del espacio (20%):
  Considerar el aprovechamiento óptimo del área disponible.

- Facilidad de supervisión y control (15%):
  Evaluar la capacidad de supervisar y gestionar el proceso productivo.

- Costos de implementación (10%):
  Considerar los gastos asociados a la instalación y mantenimiento de la distribución de la fábrica.

Alternativa 1: Distribución en L

- Eficiencia del flujo de materiales (7/10): Permite un flujo continuo con un giro.
- Flexibilidad y adaptabilidad (8/10): Ofrece buena adaptabilidad a diferentes configuraciones.
- Utilización del espacio (7/10): Aprovecha bien el espacio en esquinas.
- Facilidad de supervisión y control (8/10): Permite una buena visibilidad de las áreas.
- Costos de implementación (7/10): Costos moderados de instalación y mantenimiento.

*Tabla 9: puntuación distribución en L.*

| CRITERIO | NOTA (1 a 10) | PESO (%) | RESULTADO |
|---|---|---|---|
| Eficiencia del flujo de materiales | 7 | 30 | 2,10 |
| Flexibilidad y adaptabilidad | 8 | 25 | 2,00 |
| Utilización del espacio | 7 | 20 | 1,40 |
| Facilidad de supervisión y control | 8 | 15 | 1,20 |
| Costos de implementación | 7 | 10 | 0,70 |
| | | **TOTAL** | **7,40** |

Alternativa 2: Distribución en U

- Eficiencia del flujo de materiales (9/10): Permite un flujo continuo y circular eficiente.
- Flexibilidad y adaptabilidad (9/10): Altamente adaptable a cambios en la producción.
- Utilización del espacio (8/10): Aprovecha bien el espacio central.
- Facilidad de supervisión y control (9/10): Excelente visibilidad de todas las áreas.
- Costos de implementación (6/10): Costos moderados a altos de instalación.

*Tabla 10: puntuación distribución en U.*

| CRITERIO | NOTA (1 a 10) | PESO (%) | RESULTADO |
|---|---|---|---|
| Eficiencia del flujo de materiales | 9 | 30 | 2,70 |
| Flexibilidad y adaptabilidad | 9 | 25 | 2,25 |
| Utilización del espacio | 8 | 20 | 1,60 |
| Facilidad de supervisión y control | 9 | 15 | 1,35 |
| Costos de implementación | 6 | 10 | 0,60 |
| | | **TOTAL** | **8,50** |

Alternativa 3: Distribución en línea recta

- Eficiencia del flujo de materiales (8/10): Flujo directo y sin obstáculos.
- Flexibilidad y adaptabilidad (6/10): Menos flexible para cambios en la producción.
- Utilización del espacio (6/10): Puede dejar espacios no aprovechados.
- Facilidad de supervisión y control (7/10): Buena visibilidad, pero puede ser extensa.
- Costos de implementación (8/10): Generalmente más económica de implementar.

*Tabla 11: puntuación distribución en línea recta.*

| CRITERIO | NOTA (1 a 10) | PESO (%) | RESULTADO |
|---|---|---|---|
| Eficiencia del flujo de materiales | 8 | 30 | 2,40 |
| Flexibilidad y adaptabilidad | 6 | 25 | 1,50 |
| Utilización del espacio | 6 | 20 | 1,20 |
| Facilidad de supervisión y control | 7 | 15 | 1,05 |
| Costos de implementación | 8 | 10 | 0,80 |
| | | **TOTAL** | **6,95** |

**Conclusión:**
La distribución en U tiene la puntuación más alta (8,50), destacando por su eficiencia en el flujo de materiales, flexibilidad y facilidad de supervisión. Aunque tiene costos de implementación ligeramente más altos, sus ventajas en términos de eficiencia lo compensan.

## 2.5. Material de la estructura

Las diferentes alternativas relacionadas con el material de la estructura a utilizar son:

- Alternativa 1: Estructura de acero
- Alternativa 2: Estructura de hormigón

Los criterios de evaluación que se van a valorar son:

- Resistencia y durabilidad (30%)
  Evaluar la capacidad de soportar cargas y la longevidad del material.

- Rapidez de construcción (25%)
  Medir la velocidad con la que se puede completar la estructura.

- Flexibilidad y adaptabilidad (20%)
  Considerar la capacidad de adaptarse a diferentes diseños y cambios.

- Costos (15%)
  Evaluar tanto los costos iniciales como los de mantenimiento a largo plazo.

- Impacto ambiental (10%)
  Medir la sostenibilidad y el impacto ecológico del material.

Alternativa 1: Estructura de acero

- Resistencia y durabilidad (9/10): Alta resistencia a la compresión y tracción, aunque necesita mantenimiento contra la corrosión.

- Rapidez de construcción (9/10): Permite una construcción más rápida y eficiente, de manera que se ahorra tiempo.

- Flexibilidad y adaptabilidad (8/10): Tiene gran flexibilidad para diseños complejos y modificaciones.

- Precio (7/10): Mayor costo inicial, pero compensado por la rapidez de construcción.

- Impacto ambiental (8/10): Material reciclable y reutilizable.

*Tabla 12: puntuación estructura de acero.*

| CRITERIO | NOTA (1 a 10) | PESO (%) | RESULTADO |
|---|---|---|---|
| Resistencia y durabilidad | 9 | 30 | 2,70 |
| Rapidez de construcción | 9 | 25 | 2,25 |
| Flexibilidad y adaptabilidad | 8 | 20 | 1,60 |
| Costos | 7 | 15 | 1,05 |
| Impacto ambiental | 8 | 10 | 0,80 |
| | | **TOTAL** | **8,40** |

Alternativa 2: Estructura de hormigón

- Resistencia y durabilidad (8/10): Alta resistencia a la compresión, buena durabilidad con menor mantenimiento.

- Rapidez de construcción (6/10): Proceso más lento debido al tiempo de fraguado y curado.

- Flexibilidad y adaptabilidad (7/10): Permite formas variadas, pero con menos flexibilidad que el acero.

- Costos (8/10): Menor costo inicial, pero mayor tiempo de construcción.

- Impacto ambiental (6/10): Menor reciclabilidad, pero buena inercia térmica.

*Tabla 13: puntuación estructura de hormigón.*

| CRITERIO | NOTA (1 a 10) | PESO (%) | RESULTADO |
|---|---|---|---|
| Resistencia y durabilidad | 8 | 30 | 2,40 |
| Rapidez de construcción | 6 | 25 | 1,50 |
| Flexibilidad y adaptabilidad | 7 | 20 | 1,40 |
| Costos | 8 | 15 | 1,20 |
| Impacto ambiental | 6 | 10 | 0,60 |
| | | **TOTAL** | **7,10** |

**Conclusión:**
La estructura de acero tiene una puntuación más alta (8,40). El acero destaca principalmente por su rapidez de construcción, alta resistencia y flexibilidad. Aunque tiene un precio más caro, esto se compensa con la velocidad de ejecución y su potencial de reciclaje.

## 2.6. Material de la cubierta

Las diferentes alternativas relacionadas con el material de la cubierta a utilizar son:

- Alternativa 1: Chapa simple prelacada y nervada para uso en cubiertas
- Alternativa 2: Panel tipo sándwich de 30 mm de espesor formado por doble chapa de acero de 0,5 mm, panel exterior nervado y lacado e interior galvanizado, con relleno de espuma de poliuretano
- Alternativa 3: Placas de fibrocemento

Criterios de evaluación que se van a valorar son:

- Aislamiento térmico (30%)
  Evalúa la capacidad del material para reducir pérdidas o ganancias de calor, contribuyendo a la eficiencia energética del edificio.

- Durabilidad y resistencia (25%)
  Mide la resistencia frente a agentes climáticos, impactos y el paso del tiempo, así como la necesidad de mantenimiento.

- Peso y facilidad de instalación (20%)
  Considera el peso propio del material y la complejidad de su montaje, afectando tanto a la estructura como a la rapidez de ejecución.

- Coste (15%)
  Evalúa el coste inicial del material y su instalación.

- Impacto ambiental (10%)
  Analiza la reciclabilidad del material, su huella de carbono y el impacto en la sostenibilidad del proyecto.

Alternativa 1: Chapa simple

- Aislamiento térmico (3/10): Prácticamente inexistente, requiere capas adicionales para cumplir requisitos energéticos.

- Durabilidad y resistencia (6/10): Resiste bien a la intemperie si está protegida, pero es sensible a la corrosión y a impactos.

- Peso y facilidad de instalación (9/10): Muy ligera y fácil de instalar, reduciendo tiempos de obra.

- Coste (9/10): Muy económica tanto en material como en montaje.

- Impacto ambiental (6/10): Reciclable, aunque su vida útil depende del mantenimiento.

*Tabla 14: puntuación chapa simple.*

| CRITERIO | NOTA (1 a 10) | PESO (%) | RESULTADO |
|---|---|---|---|
| Aislamiento térmico | 3 | 30 | 0,90 |
| Durabilidad y resistencia | 6 | 25 | 1,50 |
| Peso e instalación | 9 | 20 | 1,80 |
| Coste | 9 | 15 | 1,35 |
| Impacto ambiental | 6 | 10 | 0,60 |
| | | **TOTAL** | **6,15** |

Alternativa 2: Panel tipo sándwich de 30 mm

- Aislamiento térmico (9/10): Excelente aislamiento gracias al núcleo de poliuretano.

- Durabilidad y resistencia (8/10): Alta resistencia a agentes externos y buena estanqueidad.

- Peso y facilidad de instalación (8/10): Ligero y de montaje rápido mediante sistemas modulares.

- Coste (6/10): Más costoso que la chapa simple.

- Impacto ambiental (7/10): Componentes metálicos reciclables, aunque el poliuretano es menos sostenible.

*Tabla 15: puntuación panel tipo sándwich 30 mm.*

| CRITERIO | NOTA (1 a 10) | PESO (%) | RESULTADO |
|---|---|---|---|
| Aislamiento térmico | 9 | 30 | 2,70 |
| Durabilidad y resistencia | 8 | 25 | 2,00 |
| Peso e instalación | 8 | 20 | 1,60 |
| Coste | 6 | 15 | 0,90 |
| Impacto ambiental | 7 | 10 | 0,70 |
| | | **TOTAL** | **7,90** |

Alternativa 3: Placas de fibrocemento

- Aislamiento térmico (5/10): Moderado, puede requerir aislamiento complementario.

- Durabilidad y resistencia (9/10): Muy resistente a la humedad, al fuego y a condiciones adversas.

- Peso y facilidad de instalación (5/10): Material pesado que requiere estructura más robusta y montaje especializado.

- Coste (7/10): Precio medio, aunque el refuerzo estructural puede aumentar el coste total.

- Impacto ambiental (6/10): Larga vida útil, pero difícil de reciclar y con mayor huella de producción.

*Tabla 15: puntuación placas de fibrocemento.*

| CRITERIO | NOTA (1 a 10) | PESO (%) | RESULTADO |
|---|---|---|---|
| Aislamiento térmico | 5 | 30 | 1,50 |
| Durabilidad y resistencia | 9 | 25 | 2,25 |
| Peso e instalación | 5 | 20 | 1,00 |
| Coste | 7 | 15 | 1,05 |
| Impacto ambiental | 6 | 10 | 0,60 |
| | | **TOTAL** | **6,40** |

**Conclusión:**

La alternativa con mejor puntuación es el panel tipo sándwich (7,90), destacando por su excelente aislamiento térmico, buena durabilidad y facilidad de montaje, lo que lo convierte en la opción más eficiente para garantizar confort térmico y reducir el consumo energético, a pesar de su coste inicial superior. La chapa simple prelacada es la más económica y ligera, pero carece de prestaciones térmicas, mientras que el

fibrocemento ofrece gran durabilidad, aunque con más peso y menor eficiencia energética.

# ANEJO 2. FICHA URBANÍSTICA

# 1. Ficha urbanística

## Datos generales

| |
|---|
| **TITULO DEL PROYECTO:**<br>Proyecto de Industria de elaboración de bombones de chocolate en Villadangos del Páramo (León) |
| **EMPLAZAMIENTO:**<br>Polígono industrial de Villadangos del Páramo, parcela 7.10 |
| **MUNICIPIO Y PROVINCIA:**<br>Villadangos del Páramo, León |
| **AUTOR Y TITULACIÓN:**<br>Miguel Tazo Castrillo, Grado de Ingeniería de las industrias Agrarias y Alimentarias. |
| **PROMOTOR:**<br>Luis Antonio Tazo Lerma |
| **NORMATIVA URBANÍSTICA APLICABLE:**<br>Ley de urbanismo de Castilla y León, Normas subsidiarias de planeamiento municipal con ámbito provincial. |
| **CLASIFICACIÓN DEL SUELO:**<br>Suelo urbanizable – Suelo industrial I |

## Condiciones de la edificación

| CONDICIÓN | PARÁMETRO | EN NORMATIVA | EN PROYECTO | CUMPLE |
|---|---|---|---|---|
| **ALTURA** | Altura cornisa / cumbrera (m) | 10 m / 12 m | 6 / 7,5 m | SÍ |
| | Número de plantas | Máximo 2 plantas | 1 planta | SÍ |
| **SUELO** | Uso del suelo | Industrial | Industrial | SÍ |
| **VOLUMEN** | Superficie de la parcela | Mínimo 200 $m^2$ | 5.297 $m^2$ | SÍ |
| **SITUACIÓN DE LA EDIFICACIÓN** | Retranqueos | Mínimo 5 m | 5,60 m | SÍ |

**Grado de urbanización**

| SERVICIO | EXISTENTE | PROYECTADO |
|---|---|---|
| Red de agua | SÍ | - |
| Alcantarillado | SÍ | - |
| Energía eléctrica | SÍ | - |
| Acceso rodado | SÍ | - |
| Pavimentación | NO | SÍ |

El ingeniero redactor del proyecto declara, bajo su responsabilidad, que las condiciones concurrentes en el presente proyecto, así como la normativa urbanística aplicable, se ajustan plenamente a lo dispuesto en la legislación vigente.

Palencia, 1 de septiembre de 2025



Miguel Tazo Castrillo

Alumno del Grado en Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

# ANEJO 3. ESTUDIO DE MERCADO

Miguel Tazo Castrillo
Universidad de Valladolid (Campus de Palencia) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Grado en Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

# ÍNDICE

**1. Introducción ..... 3**

**2. Situación actual del sector ..... 3**

**2.1 Sector bombones en España ..... 3**

**2.1.1 Impacto económico ..... 3**

**2.1.2 Demanda de bombones ..... 5**

**2.2 Sector bombones en Europa ..... 6**

**3. Nicho de mercado ..... 7**

**4. Proveedores y materia prima ..... 8**

**5. Conclusiones ..... 9**

# 1. Introducción

Este estudio de mercado tiene como objetivo analizar la viabilidad de una fábrica de bombones en el Polígono Industrial de Villadangos del Páramo, con una producción diaria de 200.000 bombones. El análisis se centra en el sector chocolatero español, con énfasis en el mercado de bombones, y considera las tendencias actuales y proyecciones futuras.

Los bombones han evolucionado desde ser un producto exclusivo para regalos a formar parte del consumo habitual en los hogares españoles. En este contexto, el estudio busca determinar cómo posicionar esta nueva fábrica en un mercado competitivo y en crecimiento.

Se realizará un estudio cumpliendo los siguientes objetivos:

- Evaluar la situación actual del sector chocolatero y su impacto económico.
- Analizar la demanda de bombones en España y Europa.
- Identificar oportunidades dentro del nicho de mercado.
- Estudiar las posibilidades de abastecimiento de materia prima.

Además, se finalizará con una conclusión de los puntos más importante una vez valorado este estudio.

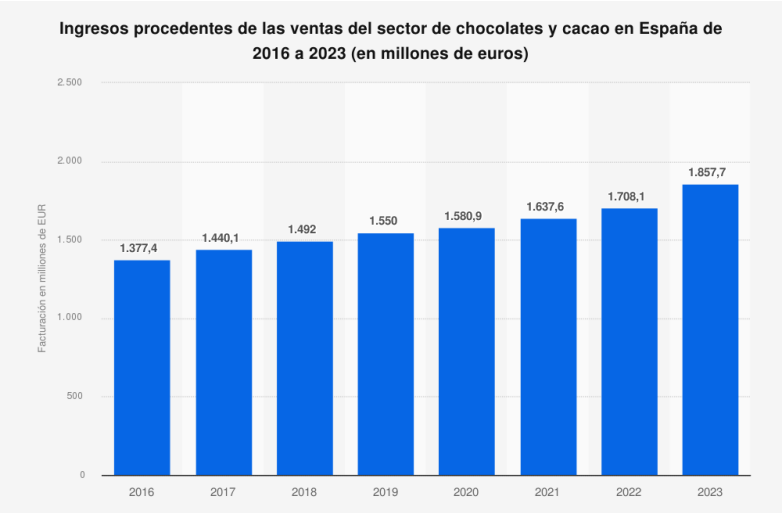
# 2. Situación actual del sector

## 2.1 Sector bombones en España

### 2.1.1 Impacto económico

El impacto económico del sector de chocolates y cacao en España ha sido notable y creciente en los últimos años, demostrando la fortaleza y la importancia de esta industria en la economía nacional.

*Gráfico 1. Ingresos procedentes de las ventas del sector de chocolates y cacao en España de 2016 a 2023.*




*Fuente: Statista*

En 2023, el sector alcanzó una facturación impresionante de 1.858 millones de euros, lo que representó un incremento sustancial de más de 149 millones de euros en comparación con el año anterior. Este crecimiento significativo subraya la vitalidad del mercado y la creciente demanda de productos de chocolate y cacao en el país.

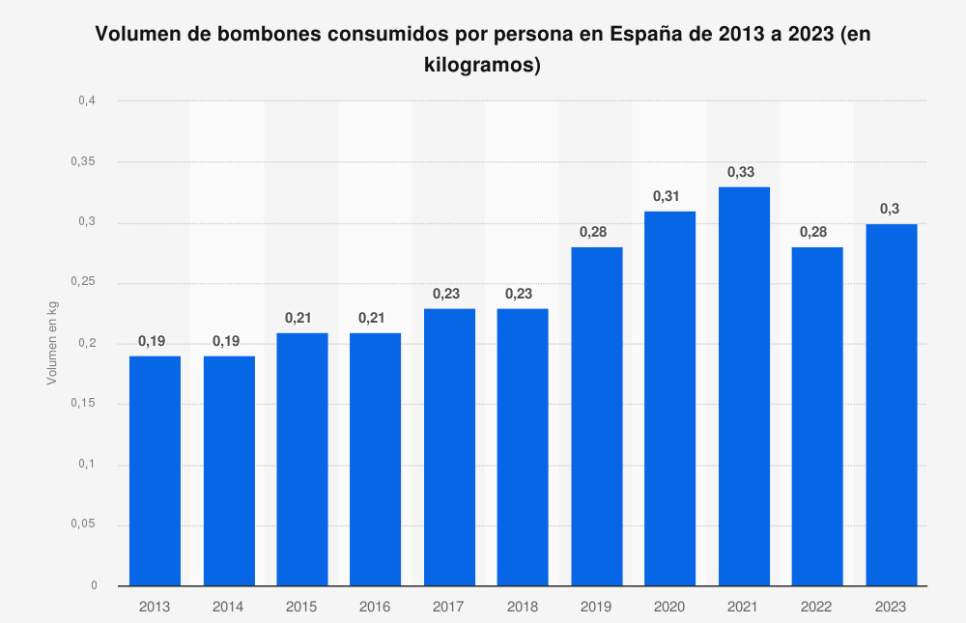
La relevancia del sector dentro de la industria del dulce queda patente al observar que, en 2021, el cacao y el chocolate representaron el 27,2% del valor total de producción de esta industria. Este porcentaje no solo es significativo por sí mismo, sino que además mostró un crecimiento del 3,6% respecto al año anterior, indicando una tendencia positiva y sostenida. Además, el sector ha demostrado ser un importante generador de empleo, dando trabajo a 6.645 personas en 2021, lo que supuso un aumento del 1,7% en comparación con el año precedente. Esta cifra representa el 27% del empleo total en el sector de dulces, evidenciando el papel crucial que juega la industria del chocolate y el cacao en la creación y mantenimiento de puestos de trabajo.

Las exportaciones han sido otro pilar fundamental en el éxito económico del sector, alcanzando la notable cifra de 573 millones de euros en 2023. Este dato no solo refleja la calidad y la demanda internacional de los productos españoles de chocolate y cacao, sino que también subraya la capacidad del sector para competir en mercados globales. Es importante destacar que estos logros se han conseguido a pesar de desafíos significativos, como el aumento del precio del cacao, que se ha triplicado en el último año. La resiliencia mostrada por el sector frente a estas adversidades es un testimonio de su robustez y adaptabilidad. En el contexto más amplio de la industria del dulce, que incluye chocolates y cacao entre otros productos, se alcanzó una facturación total de 7.500 millones de euros en 2023, lo que sitúa al sector del chocolate y cacao como un componente esencial de esta industria más amplia.

## 2.1.2 Demanda de bombones

La demanda de bombones en España presenta un panorama en constante evolución, caracterizado por una tendencia general positiva y una creciente sofisticación en las preferencias de los consumidores. En 2023, los hogares españoles demostraron su afición por este dulce placer, consumiendo un total de 13,4 millones de kilos de bombones, lo que no solo representa un volumen considerable en sí mismo, sino también un aumento significativo de 600.000 kilos en comparación con el año anterior. Esta cifra subraya la creciente popularidad de los bombones y su consolidación como un producto apreciado en los hogares españoles. Este volumen de consumo representó aproximadamente el 9,6% del consumo total de chocolate y derivados del cacao en España durante ese año, consolidando aún más su importancia dentro del mercado general de productos chocolateros.

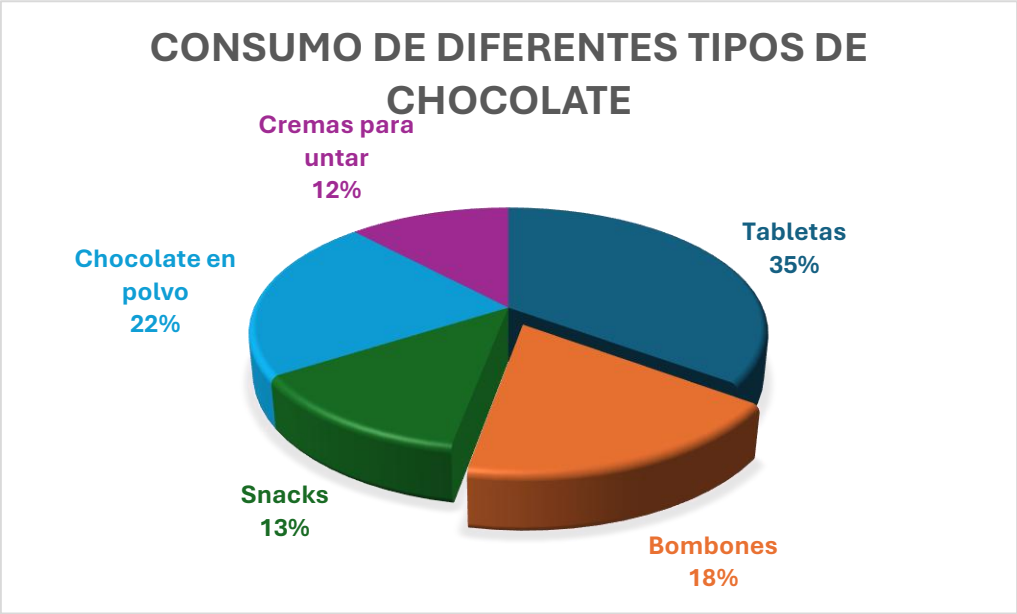
*Gráfico 2. Volumen de bombones consumidos por persona en España de 2013 a 2023.*




*Fuente: Statista*

En el año 2021 se alcanzó en el consumo más alto per cápita de bombones en España, con un promedio de 330 gramos por persona. Este dato no solo refleja la popularidad de los bombones, sino que también indica una tendencia estable con un ligero crecimiento a lo largo de los últimos años, comparando con los 190 gramos per cápita en el año lo que sugiere que la demanda de este producto continúa en aumento. Los bombones representan el 18,2% del total de ventas de productos de chocolate y cacao en España. Esta proporción significativa subraya la importancia de los bombones dentro del mercado chocolatero español y destaca su contribución a la facturación total del sector.

*Gráfico 3. Consumo de diferentes tipos de chocolate en España en 2023.*




*Fuente: OEC*

Las tendencias actuales en la demanda de bombones revelan un consumidor cada vez más exigente y consciente de sus elecciones. En este sentido, se observa una clara preferencia por formatos tradicionales, especialmente aquellos con forma de corazón, que evocan el romance y la celebración en fechas como San Valentín. Asimismo, existe un creciente interés en reformulaciones de bombones que incorporan rellenos innovadores, como fresa y crema, así como nuevas combinaciones de cacao con frutos secos o sabores novedosos.

## 2.2 Sector bombones en Europa

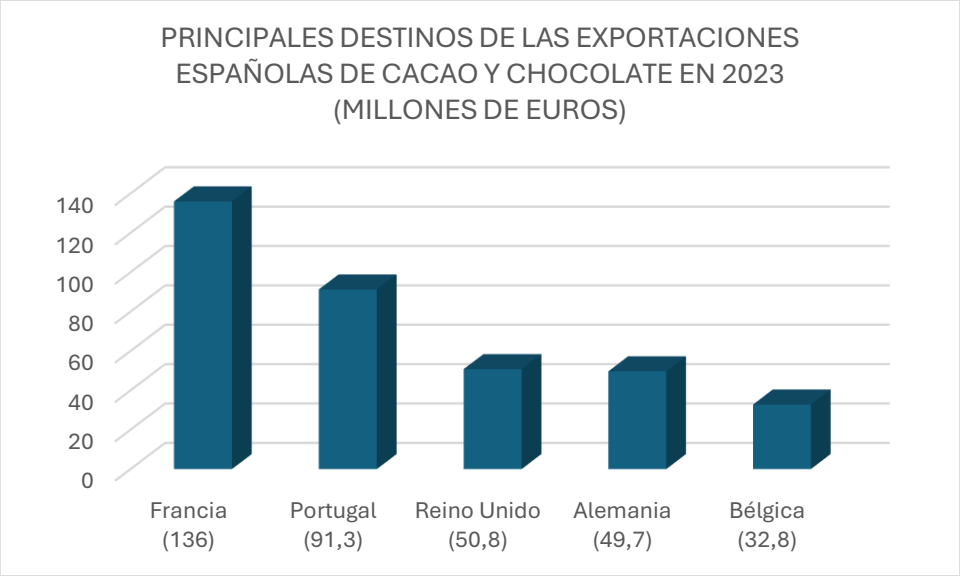
El mercado de bombones en Europa forma parte del amplio sector chocolatero, que es uno de los más consolidados y competitivos a nivel mundial. En 2022, el mercado europeo del chocolate alcanzó un valor de 44.762 millones de dólares, con una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) del 4,79% proyectada hasta 2027. Este crecimiento está impulsado por la creciente demanda de productos premium, chocolates oscuros y orgánicos, así como por la estacionalidad en las ventas.

Europa es el mayor consumidor de chocolate a nivel mundial, representando el 45% del consumo global. El segmento de bombones tiene un papel destacado en este mercado debido a su asociación con regalos y ocasiones especiales. Las ventas de bombones se concentran principalmente en festividades como Navidad, San Valentín y Pascua, donde la innovación en sabores, envases y formatos juega un papel clave para captar la atención del consumidor.

El mercado europeo también está experimentando un auge en los productos premium. Se proyecta que el segmento de chocolates premium crezca a una CAGR del 8,66% entre 2024 y 2029, impulsado por la preferencia de los consumidores por

opciones más saludables y de alta calidad. Este crecimiento beneficia directamente a los bombones, que suelen posicionarse como un producto exclusivo dentro del sector.

*Gráfico 4. Principales destinos de las exportaciones españolas de cacao y chocolate en 2023.*




*Fuente: OEC*

## 3. Nicho de mercado

El nicho de mercado para una fábrica de bombones en Europa presenta oportunidades significativas, especialmente en el segmento premium y de productos especializados:

- Chocolates premium: El mercado europeo del chocolate premium se proyecta crecer a una tasa compuesta anual del 8,66% hasta 2028. Este segmento ofrece oportunidades para bombones de alta calidad con ingredientes exclusivos y presentaciones sofisticadas.
- Productos saludables: Existe una creciente demanda de opciones más saludables, como chocolates con menos azúcar, mayor contenido de cacao y alternativas veganas. Los bombones que se alineen con estas tendencias tienen un potencial de crecimiento significativo.
- Sostenibilidad: Los consumidores europeos muestran un interés creciente en productos sostenibles y de comercio justo. Bombones elaborados con prácticas éticas y envases ecológicos pueden atraer a este segmento de mercado consciente.
- Innovación en sabores y texturas: La tendencia del chocolate texturizado premium, con adición de granos o cereales, está ganando popularidad, especialmente en Alemania. Bombones que ofrezcan combinaciones únicas de sabores y texturas pueden diferenciarse en el mercado.
- Regalos y ocasiones especiales: Los bombones siguen siendo populares como regalos, especialmente durante festividades como Navidad, San

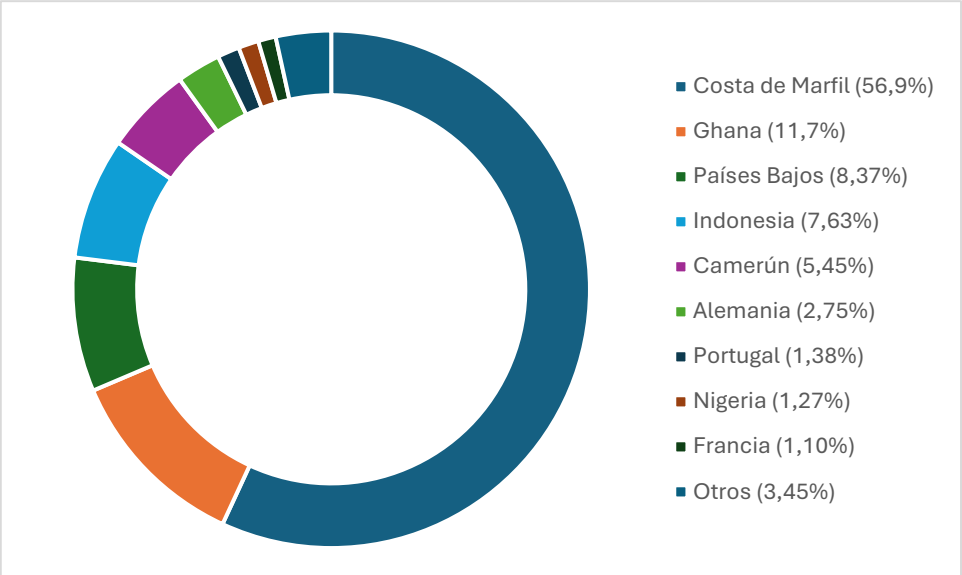
Valentín y Pascua. Productos diseñados específicamente para estas ocasiones pueden capitalizar los picos de demanda estacional.

- Experiencias de consumo: Los consumidores buscan productos novedosos, lo que abre oportunidades para bombones con presentaciones innovadoras o que cuenten una historia sobre su origen o proceso de elaboración.
- Mercado online: El crecimiento del comercio electrónico ofrece oportunidades para llegar directamente a los consumidores con productos personalizados y ediciones limitadas.

## 4. Proveedores y materia prima

En la industria de bombones las materias primas más importantes son la pasta de cacao y la manteca de cacao. Ambos productos son componentes esenciales en la industria chocolatera española, que ha demostrado resiliencia frente a los desafíos de precios. Las empresas más grandes y sólidas del sector han podido resistir mejor esta nueva coyuntura de precios elevados. España cuenta con empresas líderes en la fabricación de cacao, como INDCRESA en Barcelona, que controlan cada paso en la cadena de valor del procesamiento del cacao.

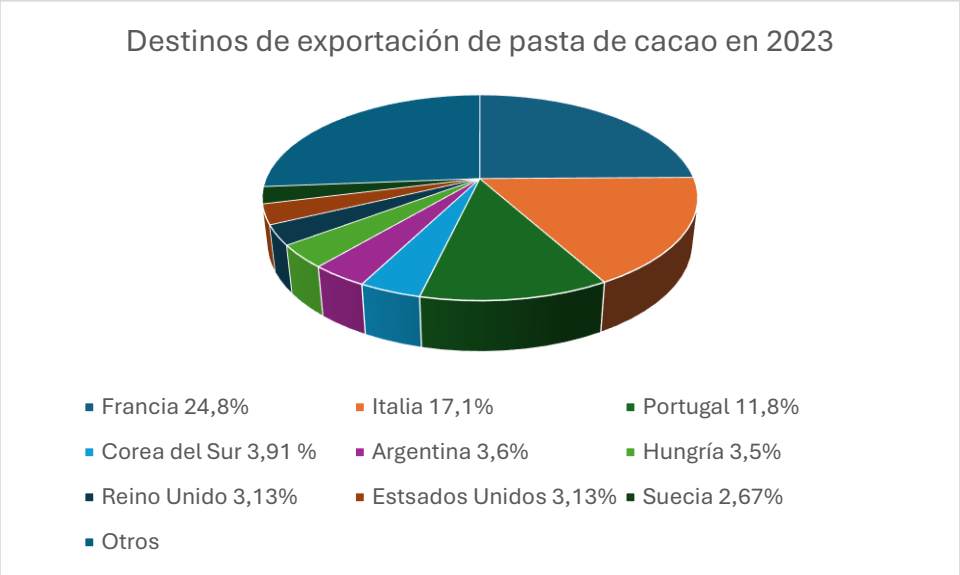
*Gráfico 5. Orígenes de importación de pasta de cacao en 2023.*




*Fuente: OEC*

En el año 2023, España importó 267 millones de dólares en pasta de cacao. El país desde el cual se envió una mayor cantidad de pasta de cacao fue Costa de Marfil, con una cantidad de 152 millones de dólares. Le sigue Ghana, con 31,2M de dólares, Países Bajos (22,3M), Indonesia, (20,3M) y Camerún (14,5M).

*Gráfico 6. Destinos de exportación de pasta de cacao en 2023.*




*Fuente: OEC*

España exportó en el año 2023 43,6 millones de dólares en pasta de cacao. Los principales destinos de España exportaciones en Pasta de cacao, incluso desgrasada fueron Francia ($10,8M), Italia ($7,47M), Portugal ($5,17M), Corea del Sur ($1,7M), y Argentina ($1,57M).

## 5. Conclusiones

Los resultados revelan un mercado español en constante crecimiento, con una facturación notable de 1.858 millones de euros en 2023, y un interés creciente por los productos de confitería, especialmente los bombones.

El análisis del mercado europeo presenta oportunidades significativas, en particular en segmentos de alta gama que valoran la calidad, la innovación y la responsabilidad social corporativa. Para capitalizar estas tendencias, la nueva fábrica debe enfocarse en nichos de mercado específicos, ofreciendo productos diferenciados que satisfagan las demandas de un consumidor cada vez más exigente.

Un aspecto crítico para el éxito del proyecto será la selección de proveedores y la gestión de la cadena de suministro. Asegurar el acceso a materias primas de alta calidad, como la pasta de cacao, proveniente principalmente de Costa de Marfil, será esencial para garantizar la excelencia del producto final.

En resumen, la creación de una fábrica de bombones en Villadangos del Páramo se presenta como una iniciativa prometedora. Sin embargo, se recomienda llevar a cabo el proyecto con una visión estratégica, enfocada en la diferenciación, la calidad y la sostenibilidad, factores clave para competir en un mercado con mucho movimiento y en evolución constante.

# ANEJO 4. INGENIERÍA DEL PROCESO

Miguel Tazo Castrillo
Universidad de Valladolid (Campus de Palencia) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Grado en Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

# ÍNDICE

**1.Descripción del producto a elaborar** ....3

**1.1 Tipos de producto**....3

**1.2 Ingredientes** ....4

**2 Materias primas y material auxiliar del proceso productivo** ....6

**2.1 Materias primas** ....6

**2.2 Cantidad de materias primas**....8

**2.3 Material auxiliar** ....8

**2.4 Subproductos producidos**....9

**3 Proceso de producción** ....9

**3.1 Recepción y almacenamiento de materias primas** ....9

**3.2 Dosificación y mezcla de ingredientes**....10

**3.3 Refinado del chocolate** ....10

**3.4 Conchado del chocolate** ....11

**3.5 Elaboración de rellenos** ....11

**3.6 Almacenamiento temporal de chocolate líquido y rellenos**....12

**3.7 Atemperado** ....12

**3.8 Pesado y moldeado** ....13

**3.9 Desmoldado**....14

**3.10 Envoltura y empaquetado**....14

**3.11 Almacenamiento**....14

**4 Personal de la industria**....14

**5 Calendario de producción**....15

**6 Descripción del proceso productivo** ....19

**7 Maquinaria** ....20

**8 Dimensionado de las salas** ....23

**8.1 Determinación de espacios** ....24

**8.2 Salas de la nave** ....25

**8.3 Resumen de espacios** ....29

# 1.Descripción del producto a elaborar

## 1.1 Tipos de producto

Se elaborarán 6 tipos diferentes de bombones utilizando ingredientes de alta calidad. Para ello, la línea será capaz de producir 6 tipos de bombones, según el tipo de chocolate utilizado y el relleno. Por cada tipo de cubierta, se elaborarán 2 rellenos diferentes:

- Bombones de Chocolate con Leche
  - Ganache de chocolate picante: cubierto con chocolate con leche y relleno de ganache que incorpora un toque picante.
  - Praliné de avellana: también cubierto con chocolate con leche, y relleno de praliné de avellana.

- Bombones de Chocolate Blanco
  - Crema de limón: con una cobertura de chocolate blanco y un relleno de crema de limón.
  - Crema de frutos rojos: cubierto con chocolate blanco, este bombón contiene un relleno que mezcla diferentes frutos rojos, aportando frescura y un sabor afrutado.

- Bombones de Chocolate Negro
  - Caramelo salado: cubierto con chocolate negro y relleno de caramelo salado.
  - Dulce de leche: con una cobertura de chocolate negro y un relleno cremoso de dulce de leche.

Cada variedad ha sido diseñada para proporcionar una experiencia gustativa distintiva, aprovechando las características únicas de cada tipo de chocolate y sus respectivos rellenos.

Los 6 tipos diferentes de bombones tienen las mismas partes, cubierta, tapa y relleno.




*Figura 1. Partes de un bombón*

La producción diaria será de unos 200.000 bombones, con un peso aproximado de 15 gramos, por lo que se fabricarán 3.000 kg de bombones al día.

La elección de los sabores de los bombones busca un equilibrio entre tradición e innovación, ofreciendo una gama variada que combina opciones clásicas con propuestas más originales. De este modo se asegura tanto la aceptación de un público amplio como la diferenciación frente a la competencia.

## 1.2 Ingredientes

**Ingredientes de las coberturas de chocolate:**

**Chocolate negro:**

- Pasta de cacao: 70 %
- Azúcar: 17,9 %
- Manteca de cacao: 11,8 %
- Lecitina de soja: 0,1 %
- Aroma de vainilla: 0,1 %
- Sal: 0,1 %

**Chocolate con leche:**

- Pasta de cacao: 32 %
- Azúcar: 35,5 %
- Leche en polvo: 19,5 %
- Manteca de cacao: 12,7 %
- Lecitina de soja: 0,1 %
- Aroma de vainilla: 0,1 %
- Sal: 0,1 %

**Chocolate blanco:**

- Azúcar: 34,7 %
- Manteca de cacao: 25 %
- Leche en polvo: 25 %
- Mantequilla: 15 %
- Lecitina de soja: 0,1 %
- Aroma de vainilla: 0,1 %
- Sal: 0,1 %

**Ingredientes de los rellenos:**

**Para cobertura de chocolate negro:**

1. Caramelo salado:
    - Azúcar: 40 %
    - Agua: 20 %
    - Manteca de cacao: 25 %
    - Leche en polvo: 10 %
    - Sal marina fina: 1 %
    - Glucosa líquida: 4 %
2. Dulce de leche:
    - Leche condensada en polvo: 60 %
    - Azúcar: 20 %
    - Glucosa líquida: 15 %
    - Mantequilla: 5 %

**Para cobertura de chocolate con leche:**

3. Ganache de chocolate picante:
    - Chocolate con leche: 50 %
    - Agua: 20 %
    - Leche en polvo: 15 %
    - Glucosa líquida: 10 %
    - Aceite de girasol: 4 %
    - Chile en polvo: 1 %
4. Praliné de avellana:
    - Pasta de avellanas tostadas: 50 %
    - Azúcar glas: 25 %
    - Chocolate con leche: 20 %
    - Aceite de girasol: 5 %

**Para cobertura de chocolate blanco:**

5. Crema de limón:
    - Zumo de limón pasteurizado: 20 %
    - Azúcar glas: 25 %
    - Manteca de cacao: 30 %
    - Leche en polvo: 15 %
    - Agua: 2 %
    - Glucosa líquida: 8 %
6. Crema de frutos rojos:
    - Puré de frutos rojos: 50 %
    - Azúcar glas: 25 %
    - Manteca de cacao: 20 %
    - Adipato de Dialmidón Acetilado (E1422): 5 %

# 2 Materias primas y material auxiliar del proceso productivo

## 2.1 Materias primas

**Pasta de cacao:** es el producto resultado del tostado, molienda y refinado del cacao en grano tras limpiarlo, secarlo y descascarillarlo. Se utilizará en forma líquida.

**Azúcar:** obtenido de la remolacha azucarera o de la caña de azúcar. Se utilizará en todos los bombones. El tamaño usado de grano es el medio fino. Se almacenará en los silos para este uso.

**Manteca de cacao:** Es la grasa del cacao que se obtiene mediante prensado hidráulico de la pasta de cacao. Se utilizará la manteca pura de la primera prensa, que es la de mayor calidad. Se recibe en bidones y se almacenará en estos a 18ºC como el resto de las materias primas.

**Leche en polvo:** obtenida de la deshidratación de leche pasteurizada. Se realiza en torres especiales de atomización donde se elimina el agua que contiene la leche, obteniendo un polvo blanco que conserva las mismas propiedades que la leche líquida. Se recepcionará en sacos de 25 kg formando pallets de 200 kg.

**Lecitina de soja:** se extrae de la soja y se utiliza como emulsionante en la producción de chocolate. Se recibirá en bidones de 25 l y se almacenará a temperatura ambiente.

**Aroma de vainilla:** extracto natural o sintético que aporta sabor y aroma a vainilla. Se recibirá en envases herméticos y se almacenará en un lugar fresco y seco.

**Sal:** mineral utilizado para realzar sabores. Se recibirá en sacos de 25 kg y se almacenará en un lugar seco.

**Mantequilla:** es la emulsión de grasa, agua y sólidos lácteos, obtenida como resultado del batido, amasado y lavado de los conglomerados de glóbulos grasos, que se forman por el batido de la crema de leche o nata. Se recibirán en cajas de 25 kg. Se almacenarán en una cámara frigorífica.

**Pasta de avellanas:** obtenida de la molienda de avellanas tostadas. Se recibirá en bidones de 25 kg y se almacenará a 18ºC.

**Azúcar glas:** azúcar finamente molido. Se recibirá en sacos y se almacenará en un lugar seco.

**Agua:** componente básico, se utilizará del suministro local, cumpliendo con los estándares de calidad para uso alimentario.

**Glucosa líquida:** derivado del almidón, se utiliza para prevenir la cristalización del azúcar. Se recibirá en bidones de 25 l y se almacenará a 18ºC.

**Aceite de girasol:** se extrae del prensado de las semillas de girasol. Se recepcionará en bidones de 50 l y almacenará a 18ºC.

**Chile en polvo:** especias molidas de chile. Se recibirá en sacos de 5 kg, los cuales se almacenarán en un lugar fresco y seco.

**Zumo de limón pasteurizado:** Producto natural obtenido del exprimido y tratamiento térmico de limones. Se recibirá en envases de 5 litros y se almacenará en un lugar fresco y seco.

**Puré de frutos rojos:** obtenido de la trituración y tamizado de frutos rojos frescos. Se recibirá congelado y se almacena a -18ºC.

**Adipato de Dialmidón Acetilado (E1422):** aditivo utilizado para dar consistencia. Se recibirá en sacos de 5 kg y se almacenará en un lugar seco.

**Leche condensada en polvo:** obtenida de la deshidratación de leche condensada. Se recibirá en sacos de 20 kg y se almacenará en un lugar fresco y seco.

## 2.2 Cantidad de materias primas

*Tabla 1. Cantidad diaria, mensual y anual de materias primas en kg*

| *MATERIA PRIMA* | *CANTIDAD (kg)* | | | |
|---|---|---|---|---|
| | DIARIA | SEMANAL | MENSUAL | ANUAL |
| *Pasta de cacao* | 566 | 2830 | 11320 | 135840 |
| *Azúcar* | 652,625 | 3263,125 | 13052,5 | 156630 |
| *Manteca de cacao* | 457,23 | 2286,15 | 9144,6 | 109735,2 |
| *Leche en polvo* | 356,625 | 1783,125 | 7132,5 | 85590 |
| *Lecitina de soja* | 1,675 | 8,375 | 33,5 | 402 |
| *Aroma de vainilla* | 1,675 | 8,375 | 33,5 | 402 |
| *Sal* | 4,175 | 20,875 | 83,5 | 1002 |
| *Mantequilla* | 87,5 | 437,5 | 1750 | 21000 |
| *Pasta de avellanas* | 125 | 625 | 2500 | 30000 |
| *Azúcar glas* | 187,5 | 937,5 | 3750 | 45000 |
| *Agua* | 105 | 525 | 2100 | 25200 |
| *Glucosa líquida* | 93,5 | 467,5 | 1870 | 22440 |
| *Aceite de girasol* | 22,5 | 112,5 | 450 | 5400 |
| *Chile en polvo* | 2,5 | 12,5 | 50 | 600 |
| *Zumo de limón* | 50 | 250 | 1000 | 12000 |
| *Puré de frutos rojos* | 125 | 625 | 2500 | 30000 |
| *E1422* | 12,5 | 62,5 | 250 | 3000 |
| *Leche condensada en polvo* | 150 | 750 | 3000 | 36000 |
| *Total* | 3001 | 15005 | 60020 | 720241 |

*Fuente: Elaboración propia*

Esta tabla indica la cantidad media diaria, semanal, mensual y anual de materias primas. Las cantidades diarias van cambiando, ya que cada día se elabora 1 tipo de chocolate y sus 2 respectivos rellenos. Eso hace que la cantidad de materias primas necesarias cada día sea diferente. En la tabla 5 de este anejo se concreta la cantidad de ingredientes por cada día de producción.

## 2.3 Material auxiliar

**Caja de cartón como envase:**

Cajas de cartón en las que irán los bombones. Serán de 2 tamaños:

- Caja grande de 12 bombones: 24 x 16 x 3 cm
- Caja pequeña de 6 bombones: 12 x 16 x 3 cm

Las cajas tendrán una tapa articulada, y se necesitarán unas 12.500 cajas grandes y 8334 cajas pequeñas al día. Se recibirán al mes aproximadamente 252.000 cajas grandes y 167.200 cajas pequeña en palets.

**Envase de cartón:**

Soporte de cartón que se encuentra dentro de la caja donde se colocarán los bombones. Se recibirán unos 252.000 soporte para cajas grandes y 167.200 para cajas pequeñas al mes.

**Vitolas:**

Las vitolas son envoltorios de papel que se utilizan para adornar o reconocer productos. Se necesitarán 6 tipos de vitolas diferentes:

*Tabla 2. Colores de las vitolas.*

| Bombón | RGB | Color |
|---|---|---|
| Chocolate blanco con relleno de crema de limón | (253, 253, 150) | |
| Chocolate blanco con relleno de crema de frutos rojos | (255, 179, 207) | |
| Chocolate con leche con relleno de ganache de chocolate picante | (170, 0, 26) | |
| Chocolate con leche con relleno de praliné de avellana | (135, 206, 250) | |
| Bombón de chocolate negro con relleno de caramelo salado | (237, 145, 33) | |
| Chocolate negro con relleno de dulce de leche | (44, 44, 44) | |

*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 2. Bombones con vitola. Vista superior.*

## 2.4 Subproductos producidos

Los residuos que se generarán principalmente son recortes de productos, rellenos y coberturas defectuosas, etc. Todo este tipo de subproductos se refundirán y reutilizarán para agregar a la elaboración de productos nuevos, en caso de que sean aptos para la recirculación.

Los residuos de papel, cartón y plástico de embalajes serán gestionados por una empresa externa a la industria, la cual se encargará del reciclaje de los mismos.

# 3 Proceso de producción

## 3.1 Recepción y almacenamiento de materias primas

La mercancía recepcionada en camiones será descargada directamente en el almacén de materia prima. Las materias primas se almacenarán en el mismo formato en el que lleguen a la fábrica (cajas, bidones, sacos, etc.) en el almacén de materias primas, siguiendo el protocolo de seguridad alimentaria. Estarán protegidas correctamente de la exposición a otros productos que puedan contaminarlas, y el

almacén deberá asegurar una temperatura máxima de 18°C en la zona de almacenamiento de alimentos.

El material auxiliar de empaquetado se recepcionará en el almacén general, el cual es accesible accesible a la zona final de producción, ya que será necesario en una zona más alejada del área de producción principal.

El encargado de calidad y de planta deberán supervisar y comprobar que el producto viene en perfectas condiciones y que cumple con los requisitos demandados al proveedor.

## 3.2 Dosificación y mezcla de ingredientes

Para la dosificación y mezcla de ingredientes, se dosificarán los componentes en función del producto a elaborar. La materia prima será introducida en la amasadora por los empleados. Todos los ingredientes, previamente a su introducción en la amasadora, tendrán que estar convenientemente triturados. Por este motivo, las materias primas que se recepcionarán estarán en las condiciones idóneas de granulometría para facilitar la mezcla de ingredientes y asegurar que, cuando el producto esté terminado, tenga una mejor calidad y las partículas sean indetectables por la lengua del consumidor.

## 3.3 Refinado del chocolate

El refinado del chocolate es un proceso crucial que consiste en lograr que la masa del chocolate alcance una consistencia seca y homogénea, con una granulometría adecuada. Este proceso se realiza en dos fases de refinado:

- Refinado de dos rodillos:

  El objetivo es reducir el tamaño de las partículas grandes y recubrir con grasa toda la superficie. Se tiene que obtener una pasta seca y homogénea con un tamaño máximo de partículas de aproximadamente 150 µm. Se tomrán muestras para comprobar este dato.

- Refinado de cinco rodillos:

  El objetivo es disminuir aún más el tamaño de las partículas hasta alcanzar entre 15 y 35 µm. El tamaño final depende del tipo de chocolate (negro, con leche o blanco), ya que afecta a su fluidez en estado líquido, sabor y textura. Se tomarán muestras nuevamente para verificar si el tamaño de partícula es el correcto.

Es importante destacar que el tamaño de partícula buscado puede variar ligeramente (entre 15-30 o 15-35 µm) dependiendo de las características específicas deseadas para el producto final.

Para optimizar el proceso, las dos máquinas de refinado (de dos y cinco rodillos) se colocarán juntas, lo que resulta más conveniente para el flujo de producción. La masa

de chocolate pasará directamente del sistema de dos rodillos al de cinco rodillos para completar el proceso de refinado y alcanzar la granulometría final deseada.

## 3.4 Conchado del chocolate

El conchado es una fase crucial en la elaboración del chocolate, considerada una de las operaciones más importantes del proceso. Su objetivo principal es transformar la pasta seca y homogénea proveniente del refinado en una fase líquida, mejorando la viscosidad, textura y, sobre todo, el sabor del chocolate.

Este proceso se lleva a cabo en máquinas llamadas conchas, donde la masa de chocolate se somete a movimientos envolventes a temperaturas que varían entre 50 y 70°C para el chocolate con leche y blanco, y entre 60 y 85°C para el chocolate negro. Durante el conchado, el chocolate entra en pequeños granos de polvo con un exceso de humedad. En esta fase inicial, se elimina la humedad y las sustancias volátiles que pueden aportar sabores y aromas indeseables, permitiendo que la grasa se distribuya uniformemente por toda la pasta.

A medida que avanza el proceso, se desarrolla el sabor mediante fuerzas de cizalladura y calentamiento. Las grasas se funden, lo que hace que la pasta sea más fluida y homogénea. Este proceso también provoca reacciones químicas que mejoran el sabor del chocolate. En la fase final del conchado, se realizan los últimos ajustes de viscosidad y fluidez mediante la adición de manteca de cacao y emulsionantes.

El tiempo de conchado es fundamental; generalmente se requieren al menos siete horas para obtener un chocolate de alta calidad. Un rodillo amasa la pasta con un movimiento lento y potente, mientras que la ventilación del chocolate favorece un mejor aroma gracias a la oxidación.

El conchado no solo elimina compuestos químicos indeseables, como ácidos y astringentes provenientes de la fermentación del cacao, sino que también desarrolla aromas y sabores más agradables. Además, mejora la textura al recubrir las partículas sólidas con manteca de cacao, reduce la viscosidad y homogeneiza la mezcla.

## 3.5 Elaboración de rellenos

El proceso de elaboración de rellenos se realiza de manera paralela a la producción de chocolate. Cada relleno tiene sus propios pasos:

- Caramelo salado: en un tanque de cocción, se mezcla azúcar y agua y se calienta hasta obtener caramelo. Se añade glucosa líquida, manteca de cacao derretida, leche en polvo y sal marina. Se mezcla hasta lograr una textura homogénea.
- Dulce de leche: se combinan leche condensada en polvo y azúcar en un tanque de cocción. Se añade glucosa líquida y se calienta a 105°C. Finalmente, se incorpora mantequilla fundida y se mezcla hasta alcanzar la consistencia deseada.

- Ganache de chocolate picante: se derrite chocolate con leche en un tanque. En otro tanque, se calienta agua, leche en polvo y glucosa líquida. Se mezcla esta solución con el chocolate derretido, añadiendo aceite de girasol y chile en polvo, y se emulsiona hasta obtener una textura uniforme.
- Praliné de avellana: se combinan pasta de avellanas tostadas y azúcar glas en un mezclador. se añade chocolate con leche derretido y aceite de girasol, mezclando hasta obtener una pasta cremosa.
- Crema de limón: se mezclan ácido cítrico y azúcar glas. Se añade manteca de cacao derretida, leche en polvo y agua, mezclando hasta obtener una crema homogénea.
- Crema de frutos rojos: se calienta puré de frutos rojos con azúcar glas, añadiendo gelificante para espesar. Finalmente, se incorpora manteca de cacao derretida y se mezcla hasta lograr una crema suave.

## 3.6 Almacenamiento temporal de chocolate líquido y rellenos

Una vez completado el proceso de conchado, tanto el chocolate como los rellenos se transfieren a depósitos de almacenamiento. Estos depósitos están diseñados para mantener una temperatura de 35°C, crucial para preservar las propiedades óptimas del producto. Además, se toman medidas para evitar la exposición a la luz y al oxígeno, factores que podrían afectar negativamente a la calidad del chocolate.

En situaciones donde la producción de bombones está programada para el mismo día, se emplea un método alternativo. En este caso, el chocolate se transfiere directamente a contenedores móviles, facilitando así su inmediato uso en la línea de producción. Esta estrategia permite una mayor eficiencia en el proceso de fabricación, reduciendo el tiempo entre la preparación del chocolate y su moldeado final.

## 3.7 Atemperado

El atemperado es una etapa crucial en la producción de chocolate, considerada tan importante como el conchado para determinar la calidad final del producto. Este proceso consiste en reducir la temperatura del chocolate de manera controlada antes de su solidificación, lo cual es esencial debido a la compleja composición de grasas en la manteca de cacao.

La manteca de cacao es polimórfica, conteniendo más de 5000 cristales diferentes, de los cuales solo los tipos V y beta poseen las propiedades de fusión deseadas. El atemperado asegura que únicamente estos cristales se formen durante la producción, lo que confiere al chocolate su característico brillo, textura y crujencia.

El proceso dura unos 45 minutos y se realiza en un gran tanque donde el chocolate líquido es removido constantemente por una hélice mientras se enfría cuidadosamente. Esta técnica de enfriamiento rápido es crucial porque la manteca de cacao contiene diversas sustancias grasas con diferentes puntos de fusión y solidificación. Un enfriamiento demasiado lento podría causar que algunas grasas

permanezcan líquidas y se separen, formando una capa indeseable en la superficie del chocolate solidificado.

Es fundamental que el punto de fusión del chocolate se mantenga alrededor de los 35-36°C. Esto garantiza que el chocolate se derrita agradablemente en la boca durante el consumo. Un punto de fusión más alto resultaría en una textura desagradable y cerosa, mientras que uno más bajo podría causar problemas durante el almacenamiento, transporte o incluso en las manos del consumidor.

El atemperado no solo influye en la textura y apariencia del chocolate, sino que también contribuye a su estabilidad y vida útil. Un chocolate bien atemperado tendrá una mayor resistencia a la formación de bloom (la aparición de manchas blanquecinas en la superficie) y mantendrá sus cualidades organolépticas por más tiempo.

El proceso de atemperado se realiza en cuatro etapas:

- Calentamiento inicial: se eleva la temperatura del chocolate a aproximadamente 41 °C para eliminar todos los cristales existentes.

- Enfriamiento controlado: se reduce la temperatura suavemente para iniciar la formación de cristales.

- Recalentamiento: se eleva nuevamente la temperatura a 31-32 °C para chocolates con leche y 32-33 °C para chocolate negro, favoreciendo la formación de cristales beta.

- Enfriamiento final: se reduce la temperatura a 13-15 °C para promover el crecimiento de cristales estables, aumentándola gradualmente hasta la temperatura ambiente (20±2 ºC) antes del moldeo.

Este proceso cuidadoso asegura una distribución uniforme de las grasas, evitando problemas como la separación de sustancias grasas o la formación de capas indeseadas en la superficie del chocolate. Además, contribuye a la textura adecuada, el sonido característico al morder y el brillo del producto final.

La complejidad del atemperado radica en la variedad de sustancias grasas presentes en el cacao, cada una con diferentes puntos de fusión y solidificación. Un enfriamiento demasiado lento podría resultar en la separación de estas grasas, afectando la calidad del chocolate.

## 3.8 Pesado y moldeado

Inicialmente, tanto los rellenos como la cobertura de chocolate se transportan a la zona de moldeado. Los rellenos se mueven en tanques móviles, mientras que el chocolate de cobertura se transfiere directamente desde las atemperadoras a las modeladoras.

El moldeado de los bombones se realiza en una sola fase, ya que la máquina está equipada con boquillas que permiten la inyección simultánea del chocolate y el relleno en cada cavidad del molde. Durante esta operación, el chocolate forma la capa exterior del bombón, mientras que el relleno se deposita en el interior. De esta manera, se agiliza el proceso productivo de manera significativa.

Tras inyectar el chocolate y el relleno, el molde pasa por una cinta vibratoria que homogeniza y elimina las posibles burbujas de aire.

Los moldes entran en el túnel de enfriamiento vertical, en el cual se endurecen los bombones y se preparan para la siguiente fase.

## 3.9 Desmoldado

Una vez solidificados los bombones, se desmoldarán en la máquina desmoldeadora, la cual ejerce una pequeña presión sobre los moldes para que los bombones se liberen suavemente.

El proceso de desmoldeo requiere que los bombones hayan alcanzado temperatura ambiente después de salir del refrigerador. Esto permite que se separen más fácilmente del molde sin romperse.

## 3.10 Envoltura y empaquetado

Los bombones serán envueltos en vitolas, del color correspondiente a cada tipo de bombón, en una máquina. Después de ser envueltos, los trabajadores rellenarán las cajas con uno o dos bombones de cada tipo, dependiendo si son cajas pequeñas o grandes. Una vez depositados los bombones, las cajas se envuelven con una cubierta de plástico y se introducen en cajas más grandes, las cuales se van apilando en palets.

## 3.11 Almacenamiento

Los palets se llevarán al almacén de producto terminado y se mantendrán a una temperatura controlada entre 15 y 18 ºC.

# 4 Personal de la industria

El personal de una industria de bombones tiene que ser altamente cualificado y contar con conocimientos específicos sobre la producción de chocolate, especialmente en las etapas críticas como el conchado y el atemperado, que afectan mucho a la calidad final del producto. Para asegurar esto, la empresa debe proporcionar cursos de formación previos al inicio de las actividades laborales. La estructura de la empresa se compone de varios niveles jerárquicos y especialidades:

- **Director/a General o Gerente:**

  Responsable del funcionamiento global de la industria. Encargado de la dirección económica, financiera y técnica. Supervisa a los mandos intermedios y toma decisiones estratégicas.

- **Jefe/a de Producción e I+D:**

  Supervisa la elaboración, envasado y distribución de los bombones. Desarrolla nuevas recetas y propuestas de productos. Asegura el buen funcionamiento de la línea de producción.

- **Jefe/a de Calidad y Medioambiente:**

  Realiza y supervisa los análisis de materias primas y productos terminados. Gestiona el impacto ambiental de la fábrica.

- **Jefe/a de Mantenimiento:**

  Encargado del mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria. Debe tener conocimientos técnicos sobre todos los equipos de la empresa.

- **Técnicos/as de Laboratorio:**

  Realizan análisis para asegurar la calidad de materias primas y productos. Monitorean la calidad a lo largo del proceso productivo.

- **Operarios/as especializados/as:**

  Personal de producción de chocolate y rellenos. Operarios de moldeo y desmoldado. Personal de envasado, empaquetado y paletizado.

- **Carretilleros/as:**

  Controlan los almacenes y abastecen la línea de producción. Gestionan el movimiento de materiales y productos. Se contará con 2 carretilleros.

*Tabla 3. Número de trabajadores en cada puesto.*

| PUESTO | Nº DE TRABAJADORES |
|---|---|
| Director general | 1 |
| Jefe de producción e I+D | 1 |
| Jefe de calidad | 1 |
| Jefe de mantenimiento | 1 |
| Técnico de laboratorio | 2 |
| Operarios de fábrica | 10 |
| Carretilleros | 2 |

*Fuente: elaboración propia*

## 5 Calendario de producción

La jornada laboral en la fábrica será de lunes a viernes. Cada día tendrá dos turnos:

- Turno de mañana: de 6:00 h a 14:00 h.
- Turno de tarde: Inicio: de 14:00 h a 22:00 h.

Los turnos deben ser seguidos, ya que algunos procesos de producción necesitan largos periodos de tiempo sin posibilidad de parar. Cada turno contará con un descanso de 20 minutos.

La producción será de manera rotativa. Cada día se dedica únicamente a dos tipos de bombones, los cuales se elaboran con el mismo tipo de chocolate. Así, un día hacemos solo chocolate blanco, al día siguiente chocolate negro, y después chocolate con leche.

*Tabla 4. Calendario de producción.*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 6:00 | MEZCLADO | | | | |
| 6:15 | MEZCLADO | | | | |
| 6:30 | MEZCLADO | | | | |
| 6:45 | REFINADO 2 RODILLOS | | | | |
| 7:00 | REFINADO 2 RODILLOS | | | | |
| 7:15 | REFINADO 2 RODILLOS | | | | |
| 7:30 | REFINADO 2 RODILLOS | | | | |
| 7:45 | REFINADO 5 RODILLOS | | | | |
| 8:00 | REFINADO 5 RODILLOS | | | | |
| 8:15 | REFINADO 5 RODILLOS | | | | |
| 8:30 | REFINADO 5 RODILLOS | | | | |
| 8:45 | CONCHADO | | | | |
| 9:00 | CONCHADO | RECEPCIÓN MP | | | |
| 9:15 | CONCHADO | RECEPCIÓN MP | | | |
| 9:30 | CONCHADO | RECEPCIÓN MP | | | |
| 9:45 | CONCHADO | RECEPCIÓN MP | | | |
| 10:00 | CONCHADO | | | | |
| 10:15 | CONCHADO | | | | |
| 10:30 | CONCHADO | | | | |
| 10:45 | CONCHADO | RELLENO 1 | | | |
| 11:00 | CONCHADO | RELLENO 1 | | | |
| 11:15 | CONCHADO | RELLENO 1 | | | |
| 11:30 | CONCHADO | RELLENO 1 | | | |
| 11:45 | CONCHADO | RELLENO 1 | | | |
| 12:00 | CONCHADO | | | | |
| 12:15 | CONCHADO | | | | |
| 12:30 | CONCHADO | | | | |
| 12:45 | CONCHADO | | | | |
| 13:00 | CONCHADO | | | | |
| 13:15 | CONCHADO | | | | |
| 13:30 | CONCHADO | | | | |
| 13:45 | CONCHADO | RELLENO 2 | | | |
| 14:00 | CONCHADO | RELLENO 2 | | | |
| 14:15 | CONCHADO | RELLENO 2 | | | |
| 14:30 | CONCHADO | RELLENO 2 | | | |
| 14:45 | CONCHADO | RELLENO 2 | | | |
| 15:00 | CONCHADO | | | | |
| 15:15 | CONCHADO | | | | |
| 15:30 | CONCHADO | | | | |
| 15:45 | ATEMPERADO | | | | |
| 16:00 | ATEMPERADO | | | | |
| 16:15 | ATEMPERADO | | | | |
| 16:30 | ATEMPERADO | | | | |
| 16:45 | ATEMPERADO | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 17:00 | ATEMPERADO | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 17:15 | ATEMPERADO | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 17:30 | ATEMPERADO | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 17:45 | | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 18:00 | | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 18:15 | | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 18:30 | | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 18:45 | | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 19:00 | | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 19:15 | | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 19:30 | | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 19:45 | | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 20:00 | | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 20:15 | | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 20:30 | | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 20:45 | | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 21:00 | | MOLDEADO | ENFRIAMIENTO | DESMOLDEADORA | ENVOLVEDORA |
| 21:15 | RECOGER | | | | |
| 21:30 | RECOGER | | | | |
| 21:45 | RECOGER | | | | |

*Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 5. Cantidad de materias primas por cada día de producción.*

| Dia 1 de producción | | | Día 2 de producción | | | Día 3 de producción | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Chocolate con leche:** | **1500 + 375 + 150** | **Kg** | **Chocolate negro:** | **1500** | **Kg** | **Chocolate blanco:** | **1500** | **Kg** |
| Pasta de cacao: 32% | 480 + 120 + 48 | Kg | Pasta de cacao: 70% | 1050 | Kg | Azúcar: 34,7% | 520,5 | Kg |
| Azúcar: 35,5% | 532,5 + 133 + 53 | Kg | Azúcar: 17,9% | 268,5 | Kg | Manteca de cacao: 25% | 375 | Kg |
| Leche en polvo: 19,5% | 292,5 + 73,1 + 30 | Kg | Manteca de cacao: 11,8% | 177 | Kg | Leche en polvo: 25% | 375 | Kg |
| Manteca de cacao: 12,7% | 190,5 + 47,6 + 19 | Kg | Lecitina de soja: 0,1% | 1,5 | Kg | Mantequilla: 15% | 225 | Kg |
| Lecitina de soja: 0,1% | 15 + 3,75 + 1,5 | Kg | Aroma de vainilla: 0,1% | 1,5 | Kg | Lecitina de soja: 0,1% | 1,5 | Kg |
| Aroma de vainilla: 0,1% | 15 + 3,75 + 1,5 | Kg | Sal: 0,1% | 1,5 | Kg | Aroma de vainilla: 0,1% | 1,5 | Kg |
| Sal: 0,1% | 15 + 3,75 + 1,5 | Kg | | | | Sal: 0,1% | 1,5 | Kg |
| **1. Ganache de chocolate picante:** | **750** | **Kg** | **3. Caramelo salado:** | **750** | **Kg** | **5. Crema de limón:** | **750** | **Kg** |
| Chocolate con leche: 50% | 375 | Kg | Azúcar: 40% | 300 | Kg | Zumo de Limón: 20% | 150 | Kg |
| Agua: 20% | 150 | Kg | Agua: 20% | 150 | Kg | Azúcar glas: 25% | 187,5 | Kg |
| Leche en polvo: 15% | 112,5 | Kg | Manteca de cacao: 25% | 187,5 | Kg | Manteca de cacao: 30% | 225 | Kg |
| Glucosa líquida: 10% | 75 | Kg | Leche en polvo: 10% | 75 | Kg | Leche en polvo: 15% | 112,5 | Kg |
| Aceite de girasol: 4% | 30 | Kg | Sal marina fina: 1% | 7,5 | Kg | Agua: 2% | 15 | Kg |
| Chile en polvo: 1% | 7,5 | Kg | Glucosa líquida: 4% | 33 | Kg | Glucosa líquida: 8% | 60 | Kg |
| **2. Praliné de avellana:** | **750** | **Kg** | **4. Dulce de leche:** | **750** | **Kg** | **6. Crema de frutos rojos:** | **750** | **Kg** |
| Pasta de avellanas tostadas: 50% | 375 | Kg | Leche cond. en polvo: 60% | 450 | Kg | Puré frutos rojos: 50% | 375 | Kg |
| Azúcar glas: 25% | 187,5 | Kg | Azúcar: 20% | 150 | Kg | Azúcar glas: 25% | 187,5 | Kg |
| Chocolate con leche: 20% | 150 | Kg | Glucosa líquida: 15% | 112,5 | Kg | Manteca de cacao: 20% | 150 | Kg |
| Aceite de girasol: 5% | 37,5 | Kg | Mantequilla: 5% | 37,5 | kg | Gelificante: 5% | 37,5 | Kg |

*Fuente: Elaboración propia.*

La tabla 5 presenta las cantidades de materias primas necesarias para la producción normal de bombones en la fábrica, distribuidas según el tipo de chocolate elaborado cada día (chocolate con leche, chocolate negro y chocolate blanco).

Estas cantidades corresponden a la cantidad exacta requerida para cada jornada de producción. Sin embargo, en la práctica se generan mermas naturales durante los procesos de elaboración y manipulación.

Por esta razón, se recomienda calcular un 10% adicional de materia prima sobre las cantidades de la tabla, con el fin de garantizar la disponibilidad suficiente y asegurar el cumplimiento de la producción esperada.

# 6 Descripción del proceso productivo

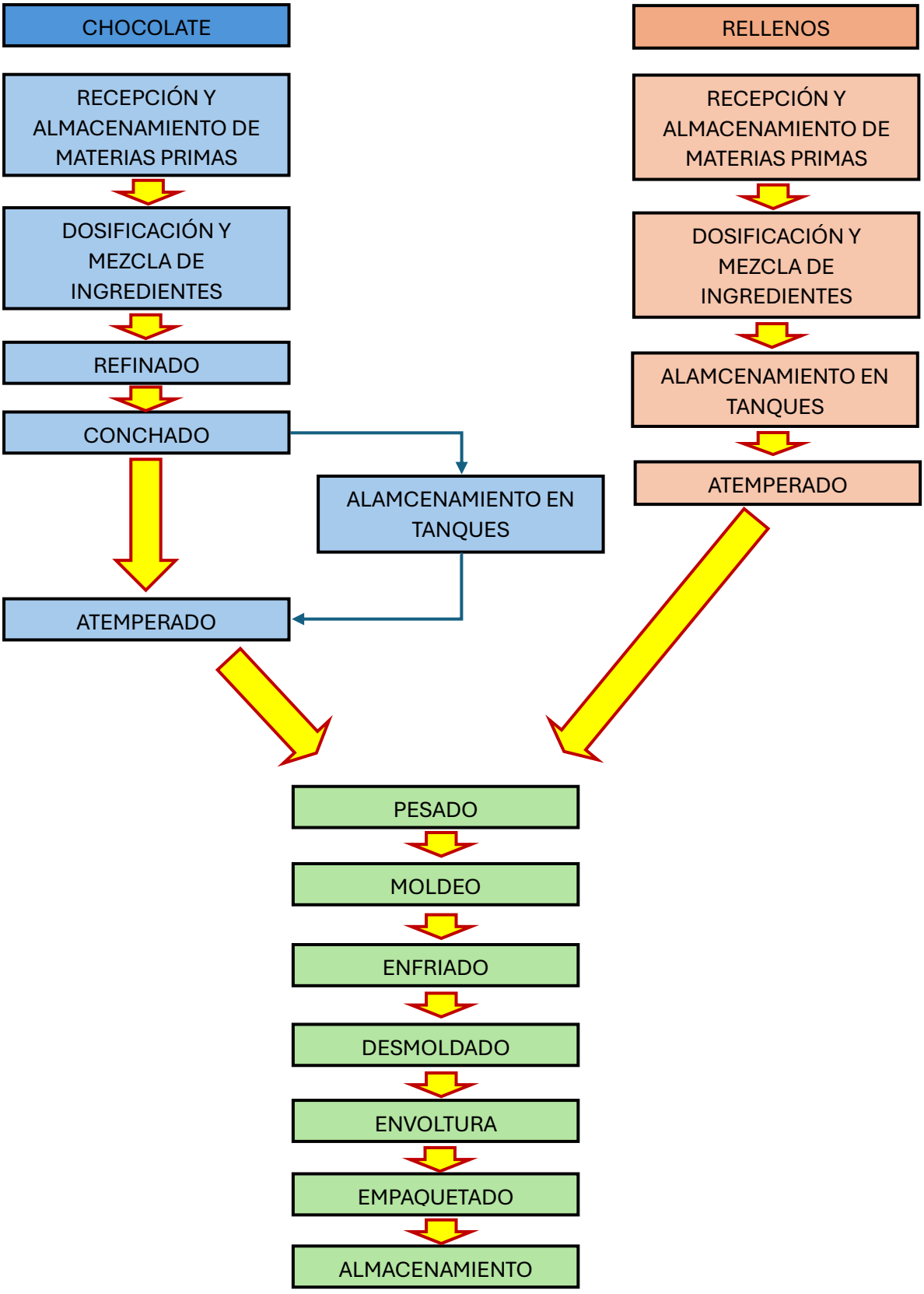



*Figura 3. Proceso productivo*

# 7 Maquinaria

*Tabla 6. Lista de maquinaria.*

| ILUSTRACIÓN | TIPO DE MÁQUINA | DESCRIPCIÓN |
|---|---|---|
|  | Mezcladora | Para el mezclado de ingredientes de los diferentes tipos de chocolate, se utilizará una mezcladora con capacidad de 2500 kg por lote. Con una potencia de 18 kW. Tiene unas dimensiones de 2,51x1,70x2,20 m. |
|  | Refinadora de dos rodillos | En la primera fase de refinado se utilizará una refinadora de 2 cilindros, que reducirá la granulometría hasta 150 µm. La capacidad de producción es de 2500 kg/h y sus dimensiones son de 2,00x1,85x2,20 m. |
|  | Refinadora de cinco rodillos | Se utilizará una refinadora de cinco cilindros, para que el producto, cuando pase a la concha, esté con una granulometría de entre 15 y 35 µm, con una capacidad de producción de 2500 kg/h. La máquina cuenta con una potencia de 15kW y unas dimensiones de 2,75x1,40x2,30 m. |
|  | Concha | Para el proceso de conchado, se usará una concha de un solo eje. Al aplicar una excelente aireación en la pasta de chocolate se eliminan los sabores que no se desean y se consigue obtener el sabor a chocolate deseado. Tiene una capacidad de producción de 2500 kg/h y cuenta con una potencia de |

| | | |
|---|---|---|
| | | 20kW. Sus dimensiones son de 4,50x2,10x3,45 m. |
|  | Atemperador | Previo al moldeado, se atempera el chocolate en la atemperadora con una capacidad de producción de 1000 kg/h. Se colocará cerca de la moldeadora, para su alimentación en continuo. Su potencia es de 4,5 kW. Sus dimensiones son: 0,77x1,32x1,58 m. |
|  | Tanque móvil | Para almacenar las pastas líquidas, se eligen tanques isotérmicos. Sus dimensiones son: 0,50x0,50x1,30 m. Se dispondrá de 6 tanques móviles de 250 l. |
|  | Tanque fijo | Dispondremos de 6 tanques fijos. Los tanques fijos serán de 1000 l de capacidad Sus dimensiones son: 0,80x0,80x1,95 m. |
|  | Mezcladora para rellenos. | Se dispondrá de 2 unidades de mezcladoras de rellenos de bombones. Cada mezcladora tiene una capacidad de producción de 250 kg/h, con una potencia de 0,6 kW. Sus dimensiones son: 1,50x1,50x1,30 m. |

| | | |
|---|---|---|
|  | Moldeadora | Para la elección de la moldeadora de bombones, se escoge una máquina con capacidad de producción de 1000 kg/h y una potencia de 3,5 kW. Dispone de 9 boquillas dispensadoras, las cuales son capaces de inyectar el relleno y la cobertura al mismo tiempo. De esta manera, se agiliza mucho el proceso. Es necesario conectar la máquina a un compresor. Sus dimensiones son: 1,67x0,92x1,55 m. |
|  | Molde | Moldes de plástico ligeramente flexible aptos para la industria alimentaria. Cada molde tiene 7 filas y 4 columnas, lo que hace un total de 28 bombones por molde. |
|  | Área vibratoria autónoma | El área vibratoria autónoma dispone de una cinta transportadora que permite igualar el nivel de chocolate en el molde de salida garantizando un flujo continuo de moldes, sin generar colas, incluso a alta velocidad. Es necesario conectar la máquina a un compresor. Tiene una potencia de 1 kW. Sus dimensiones son: 1,12x0,60x1,15 m. |
|  | Túnel de enfriamiento vertical | El túnel de enfriamiento circular vertical tiene como mayor ventaja el poco espacio requerido para el enfriamiento de los bombones. Es capaz de enfriar 1000 kg de bombones por hora, con una temperatura ambiental óptima de 20-25 grados centígrados. Sus dimensiones son: 2,70x2,32x2,15 m. |

| | | |
|---|---|---|
|  | Desmoldadora | La desmoldadora se coloca en serie con el túnel de enfriamiento. Se trata de una máquina construida para realizar la operación de desmoldado automático de bombones. la propia desmoldadora transportará los bombones hacia la envasadora. Es capaz de desmoldar 750 kg/h de bombones. Es necesario conectar la máquina a un compresor. La potencia es de 1,5 kW. Sus dimensiones son: 1,90x1,05x1,32 m. |
|  | Envasadora | La envasadora se encarga de envolver los bombones en las vitolas. Se necesitan 3 envasadoras. Tienen la capacidad de envolver 15.000 bombones por hora. Tiene una potencia de 2 kW. Sus dimensiones son: 2,50x0,72x1,80 m. |
|  | Máquina lava moldes | La máquina lava moldes se encarga de lavar y secar los moldes. Tiene una potencia de 41 kW. Sus dimensiones son: 2,12x6,00x2,75 m. |
|  | Compresor | Compresor con flujo volumétrico hasta 570 l/min y una potencia nominal del motor de 3,1 kW. |

*Fuente: Elaboración propia*

## 8 Dimensionado de las salas

El proceso productivo es el resultado de la interacción entre el capital humano, los recursos materiales y la actividad de las máquinas, que en conjunto forman un sistema organizado con el objetivo de maximizar la rentabilidad.

Es fundamental diseñar una disposición óptima de la planta industrial para lograr la mayor eficiencia operativa, al tiempo que se optimiza el uso de todos los recursos disponibles. Además, es crucial garantizar un entorno seguro y satisfactorio para el personal.

La planificación del espacio en la fábrica implica la organización estratégica de las áreas necesarias para el flujo de materiales, el almacenamiento, los equipos de procesamiento, así como las zonas de trabajo y circulación del personal. Esta distribución debe facilitar un flujo de trabajo fluido y eficiente.

## 8.1 Determinación de espacios

En la determinación de las áreas de trabajo, aplicaremos un método ampliamente aceptado que considera las dimensiones de los equipos y añade espacios adicionales para garantizar la operatividad y el mantenimiento eficiente. Este método establece un margen de 60 cm alrededor de los equipos para facilitar el trabajo de los operarios, y 45 cm en las zonas donde no se requiere presencia constante del personal, destinados a tareas de limpieza y mantenimiento.

El cálculo se realiza sumando estas medidas para todos los equipos en cada área específica. Posteriormente, se aplica un factor multiplicador que oscila entre 1.3 y 1.8, dependiendo de la intensidad de movimiento prevista en la zona. Este coeficiente permite ajustar el espacio para vías de acceso y servicios auxiliares.

Además, es necesario contemplar en el diseño final la incorporación de espacios para la circulación general, como pasillos y corredores, que se sumarán a la superficie calculada inicialmente.

La distribución y dimensionamiento de las diferentes áreas del edificio se han establecido en base a los requerimientos operativos de la planta. A continuación, se presentan los puntos clave de esta planificación:

1. **Período de operación:**

   La planta funcionará de manera continua durante todo el año, con una pausa programada en agosto para mantenimiento y vacaciones del personal. Sin embargo, se mantendrá un stock de materias primas suficiente para un mes adicional, previendo posibles contingencias.

2. **Capacidad de almacenamiento:**

   Tanto el almacén de materias primas como el de productos terminados se han diseñado con una capacidad para dos meses de producción. Esta decisión estratégica permite flexibilidad ante posibles expansiones futuras de la planta.

3. **Flujo de producción:**

   Se ha implementado un diseño de flujo lineal, donde el producto sigue una trayectoria unidireccional desde la recepción de materias primas hasta la expedición del producto final, evitando retrocesos en el proceso productivo.

Esta configuración busca optimizar la eficiencia operativa y facilitar futuras adaptaciones de la planta.

## 8.2 Salas de la nave

### Almacén de materias primas

El área de almacenamiento de materias primas está diseñada para almacenar materia prima suficiente para un período de 2 meses. Esta capacidad se divide en dos partes: un mes para la producción regular y hasta un mes adicional como previsión para posibles incrementos en la demanda o expansiones del proceso productivo. Todos los insumos se almacenarán en este espacio.

El almacén mantendrá una temperatura constante de 18°C, considerada óptima para la conservación de chocolates, y un ambiente con baja humedad. El acceso a esta área se realizará a través de un muelle de carga adaptado para camiones. Los productos se almacenarán en el mismo formato que se recepcionarán.

La organización del almacén seguirá este esquema:

- Cajas: en caso de que no se recepcionen en palets, se apilarán en uno, con 16 cajas por pallet distribuidas en 5 niveles de altura (2 m total) y 4 cajas en la base.
- Sacos: se colocarán en pallets, con 8 sacos por pallet distribuidos en 4 niveles de altura y 2 sacos en la base, alcanzando 1,80 m de altura.

Adicionalmente, el almacén contará con estanterías metálicas de 3 niveles, con una altura total de 5m y una base de 2,40 x 1,60 m.

Esta configuración está diseñada para maximizar el espacio de almacenamiento mientras se mantiene un acceso eficiente a los materiales. La superficie total de la sala es de 107,35 $m^2$.

### Almacén de producto terminado

La sala estará diseñada para mantener una temperatura constante de 18°C, considerada ideal para el almacenamiento de chocolate, y contará con un ambiente seco para preservar la calidad del producto. Este espacio tendrá acceso directo desde la sala de elaboración en frío mediante una puerta amplia, además de una puerta equipada con un muelle de carga para facilitar el transporte y la carga de camiones con el producto terminado.

Cajas: Dimensiones de 40 x 50 x 40 cm.

Los pallets estarán formados por 16 cajas distribuidas en 4 niveles, con una altura total de 1,6 m y una base de 4 cajas.

Además, se destinará un área específica para guardar muestras relacionadas con proyectos de I+D. Estas muestras se almacenarán en una estantería específica.

Para optimizar la disposición del espacio, se incluirán grandes estanterías metálicas de tres niveles, con una altura total de 5 m y dimensiones base de 2,40 x 1,60 m. Estas estanterías permitirán organizar eficientemente los productos almacenados.

Considerando la necesidad de dejar áreas libres para el paso seguro de carretillas y personal, la superficie total asignada a esta sala será de 107,35 m², garantizando un flujo adecuado y condiciones óptimas para las operaciones logísticas y organizativas.

**Almacén general**

El área designada para almacenamiento general está destinada a albergar todos los materiales relacionados con el empaquetado y distribución del producto. Esto incluye elementos como envases, materiales para packs promocionales, elementos de paletizado, plásticos protectores, pallets y cajas. Adicionalmente, este espacio puede utilizarse para guardar piezas de maquinaria de repuesto, siempre y cuando se mantengan adecuadamente aisladas de los productos y materiales de empaquetado.

La capacidad de este almacén se ha calculado para mantener un inventario suficiente para tres meses de producción, lo que proporciona un margen adecuado para la gestión eficiente de suministros.

En cuanto a la organización del espacio, el almacén está equipado con estanterías metálicas de alta resistencia. Cada unidad de estantería consta de tres niveles, alcanzando una altura total de 5 m, con una base de 2,40 x 1,60 m.

Esta configuración permite una utilización eficiente del espacio vertical, maximizando la capacidad de almacenamiento mientras se mantiene un acceso fácil y seguro a todos los materiales necesarios para las operaciones de empaquetado y distribución. La superficie total de la sala es de 79,83 $m^2$.

**Sala caliente de producción**

El área de producción principal está dedicada a la elaboración del chocolate, abarcando desde las etapas iniciales hasta el proceso de moldeado. En este espacio se ubican equipos fundamentales como las mezcladoras, la refinadora y prerrefinadora, la concha, y diversos tanques, cuyas especificaciones técnicas se detallaron previamente en la sección de maquinaria.

La disposición del área incluye accesos estratégicos: una puerta que comunica con la sala de elaboración en frío, otra con el almacén de materias primas y otra que conduce a las instalaciones de vestuarios y aseos para el personal.

Los equipos instalados ocupan una superficie de 117 m². Sin embargo, el diseño final contempla una extensión mayor, considerando la necesidad de espacios para la circulación segura del personal y para facilitar las tareas de limpieza y mantenimiento. Esta planificación espacial busca optimizar el flujo de trabajo y garantizar condiciones óptimas de higiene y seguridad en la zona de producción. La superficie total de la sala es de 194,62 $m^2$.

### Sala fría de producción

En esta sala se llevan a cabo las actividades finales de producción, como el moldeado, desmoldado, envasado, empaquetado y paletizado. Su ubicación estratégica permite una conexión directa con la sala caliente de producción a través de una puerta dedicada. Además, cuenta con accesos específicos al almacén de materiales auxiliares y al almacén de producto terminado, optimizando así el flujo de materiales y productos. Un pasillo adicional facilita el acceso a la sala de lavado de moldes, completando el circuito de producción.

La disposición de la maquinaria ocupa una superficie de 68,43 m². Este cálculo considera no sólo el espacio físico de los equipos, sino también las áreas necesarias para la circulación del personal y las actividades de limpieza y mantenimiento.

Considerando la intensidad del movimiento de productos y personal en esta área, se ha planificado la inclusión de varios pasillos amplios. Este diseño no solo facilita el tránsito eficiente de materiales y trabajadores, sino que también prevé posibles expansiones futuras o modificaciones en el flujo de trabajo.

Tras un análisis detallado de las necesidades operativas y logísticas, y aplicando un factor de sobredimensionamiento para anticipar futuros requerimientos, se ha determinado que la superficie total para esta sala es de 160,47 m².

### Cuarto de limpieza y almacén de ropa.

Espacio destinado al almacenamiento de todos los productos y equipos de limpieza utilizados en la industria. Este recinto permite un acceso rápido a los implementos de higiene necesarios para mantener los estándares de desinfección en la planta de producción.

Adicionalmente, se almacenará la indumentaria nueva para los operarios.

La superficie total de la sala es de 12,85 $m^2$.

### Almacén de moldes

El almacén de moldes es un espacio diseñado para el almacenamiento temporal de los moldes después de su uso y limpieza. Tiene conexiones directas a la sala de lavamoldes y al pasillo principal de la fábrica. Para facilitar su manipulación y transporte, los moldes se organizan en carritos metálicos con ruedas, permitiendo un movimiento ágil y seguro entre las diferentes áreas de producción.

La superficie total de la sala es de 37,73$m^2$.

### Sala lavamoldes

Espacio dedicado a la limpieza de los moldes después de su uso. Está comunicada con la sala fría de producción y el almacén de moldes. la máquina lavamoldes se encuentra hacia un lado, de manera que queda un paso amplio para los carros.

La superficie total de la sala es de 62,77 $m^2$.

**Oficina**

Zona dedicada a los departamentos de dirección, recursos humanos, administración, finanzas y ventas.

La superficie total de la sala es de 21,73 $m^2$.

**Laboratorio**

Espacio dedicado a la elaboración de pruebas, las cuales garantizan una calidad óptima del producto. Zona equipada con una encimera en la pared del fondo y la opuesta, con una mesa central

La superficie total de la sala es de 19,55 $m^2$.

**Sala de reuniones**

Dispone de una mesa central con varias sillas alrededor.

La superficie total de la sala es de 14,25 $m^2$.

**I+D**

Sala dedicada a trabajos de investigación para nuevos tipos de productos. En ella se realizarán pruebas para poder introducir mejoras en los productos. Se dispondrá de equipo de cocina, con encimeras alrededor de toda la sala.

La superficie total de la sala es de 16,15 $m^2$.

**Zona de descanso**

Sala habilitada para que los trabajadores hagan sus descansos o tomen sus almuerzos. Dispondrá de máquinas expendedoras y varias mesas altas, además de una encimera con microondas y máquina de café.

La superficie total de la sala es de 20,90 $m^2$.

**Aseo-vestuario para hombres**

Se encuentran en el pasillo paralelo al pasillo principal. Dentro de los vestuarios habrá tres inodoros, dos duchas, 2 lavabos y bancos.

La superficie total de la sala es de 17,47 $m^2$.

**Aseo-vestuario para mujeres**

Se encuentran en el pasillo paralelo al pasillo principal. Dentro de los vestuarios habrá dos inodoros, uno de ellos siendo el aseo para minusválidos, dos duchas, 2 lavabos y bancos.

La superficie total de la sala es de 17,47 $m^2$.

## 8.3 Resumen de espacios

*Tabla 7. Lista de las salas y su superficie*

| SALA | SUPERFICIE ÚTIL ($m^2$) |
|---|---|
| **Almacén de materias primas** | **107,35** |
| **Almacén general** | **79,83** |
| **Sala caliente de producción** | **194,62** |
| **Sala fría de producción** | **160,47** |
| **Almacén de producto terminado** | **107,35** |
| **Almacén de moldes** | **37,73** |
| **Sala lavamoldes** | **62,77** |
| **Oficina** | **21,73** |
| **Laboratorio** | **19,55** |
| **I+D** | **16,15** |
| **Sala de reuniones** | **14,25** |
| **Cuarto de limpieza y almacén de ropa** | **12,85** |
| **Aseo-vestuario hombres** | **17,47** |
| **Aseo-vestuario mujeres** | **17,47** |
| **Sala de descanso** | **20,90** |
| **Pasillo principal** | **30,65** |
| **Pasillo auxiliar** | **24,80** |
| **Total** | **945,94** |

*Fuente: Elaboración propia*

Conociendo los datos de las superficies de las diferentes zonas, la nave tendrá 945,94 $m^2$ de superficie útil. Además, la nave completa ocupará 1.035 $m^2$, contando con los muros interiores y exteriores.

# ANEJO 5. ESTUDIO GEOTÉCNICO

Miguel Tazo Castrillo
Universidad de Valladolid (Campus de Palencia) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Grado en Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

# ÍNDICE

**1 Antecedentes y objetivo del estudio geotécnico** ..... 3

**2 Normativa aplicada** ..... 3

**3 Características del municipio** ..... 3

**4 Descripción de la obra proyectada y del solar** ..... 4

**4.1 Descripción y localización del solar.** ..... 4

**4.2 Trabajo de campo y toma de muestras** ..... 4

**4.2.1 Sondeo** ..... 4

**4.2.2 Ensayos de penetración** ..... 5

**4.2.3 Calicatas** ..... 6

**4.3 Ensayos de laboratorio** ..... 6

**5 Nivel freático** ..... 6

**6 Descripción estratigráfica y geotécnica** ..... 7

**7 Análisis de la cimentación** ..... 7

**7.1 Sismicidad** ..... 8

**8 Conclusiones** ..... 9

# 1 Antecedentes y objetivo del estudio geotécnico

El estudio geotécnico tiene como objetivo principal proporcionar información detallada de las características del suelo en el área del proyecto. Esto incluye la identificación de la composición, espesor y distribución de los estratos geológicos presentes, así como la evaluación de sus propiedades. Además, el estudio busca determinar la ubicación del nivel freático y calcular la capacidad de carga del terreno para informar el diseño óptimo de la cimentación. También, se ofrecerán recomendaciones técnicas sobre la estabilidad de taludes, los métodos de excavación más adecuados, la selección del tipo de hormigón en función de la posible agresividad química del suelo, etc.

# 2 Normativa aplicada

La normativa que se utiliza para la realización del proyecto será:

- CTE (Código Técnico de edificación, 2006): DB SE-C
- Normas UNE, relativas a procedimientos de ensayos ejecutados in situ o en laboratorio.
- Norma tecnológica de la edificación Estudios Geotécnico.

# 3 Características del municipio

El proyecto tiene lugar en Villadangos del Páramo, municipio ubicado en la provincia de León, dentro de la comunidad autónoma de Castilla y León. Geográficamente, se encuentra en las coordenadas 42°31′03″N 5°45′59″W y tiene una altitud de 897 metros sobre el nivel del mar. Este municipio cuenta con una superficie de 44,93 km², siendo la sede del ayuntamiento que incluye las pedanías de Celadilla del Páramo y Fojedo del Páramo. Además, Villadangos del Páramo está bien comunicado gracias a su proximidad a la N-120 y la AP-71, lo que facilita su conexión con León y otras localidades importantes de la región.

*Figura 1: Localización de Villadangos del Páramo.*



# 4 Descripción de la obra proyectada y del solar

## 4.1 Descripción y localización del solar.

La parcela donde se ubicará la industria de bombones de chocolate se encuentra en el polígono industrial de Villadangos del Páramo, en la parcela 7.10. Según la tabla 3.1 del Documento Básico de Seguridad Estructural-Cimientos (DB SE-C), a esta construcción se le clasifica como C-1, ya que se trata de una construcción de menos de 4 plantas. Además, el terreno se clasifica como T-1, es decir, son terrenos favorables: aquellos con poca variabilidad y en los que la práctica habitual en la zona es de cimentación directa mediante elementos aislados.

## 4.2 Trabajo de campo y toma de muestras

Las prospecciones realizadas han consistido en la realización de un sondeo, tres ensayos de penetración dinámica DPSH. De este modo, ha sido posible identificar la naturaleza de los materiales que constituyen la serie estratigráfica del terreno, disponiéndose además de información relativa a sus propiedades geotécnicas.

### 4.2.1 Sondeo

Se perforó un sondeo a rotación con extracción de testigo continuo a fin de reconocer el terreno, recuperar muestras representativas del mismo y realizar ensayos SPT. La perforación alcanzó los 10 metros de profundidad.

*Tabla 1: Profundidad del sondeo.*

| SONDEO | PROFUNDIDAD (m) |
|---|---|
| 1 | 10,00 |

El ensayo de penetración estándar (SPT), mide la resistencia de un suelo a la penetración de un tomamuestras tubular o de una puntaza contabilizando, para ello, el número de golpes necesario para introducirlo hasta un total de 45 o 60 cm en tres o cuatro intervalos parciales de 15 cm cada uno; como elemento de impacto se utiliza una maza metálica de 63,5 kg que cae desde una altura de 76 cm. El resultado del ensayo se define por un número (N) que se obtiene al sumar el número de golpes necesario para la hinca de los 30 cm finales o intermedios (según se trate de un ensayo de 3 o 4 intervalos de golpeo); se considera rechazo (R) cuando el número de golpes para introducir cualquiera de los intervalos de 15 cm es superior a 50, en este caso el resultado se expresa como R/P, siendo P la penetración (en cm) lograda en el intervalo al consumirse los 50 golpes.

Los ensayos de penetración estándar se realizaron con toma muestras y se distribuyeron a lo largo de los diferentes niveles atravesados. En ellos se han obtenido los siguientes resultados:

*Tabla 2: Datos del sondeo.*

| Sondeo | Profundidad (m) | Golpeo SPT | NSPT | Compacidad Consistencia |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1,50 - 2,10 | 12/17/20/27 | 37 | Compacta |
| 1 | 4,50 – 4 ,65 | 50 | R | Muy compacta |
| 1 | 7,50 – 8,10 | 28/40/42/51 | >50 | Muy compacta |

Además de las muestras tomadas en los ensayos SPT, en aquellas partes del subsuelo donde el terreno es predominantemente de grano fino o donde la cohesión del mismo lo permitía, se obtuvieron muestras parafinadas o inalteradas. Todas ellas, posteriormente, fueron transportadas en las debidas condiciones para su análisis en el laboratorio de mecánica del suelo. Las muestras tomadas han sido las siguientes:

*Tabla 3: Muestras tomadas para su análisis en laboratorio.*

| SONDEO | TIPO | PROFUNDIDAD (m) |
|---|---|---|
| 1 | A | 3,00 – 3,60 |
| 1 | A | 6,00 – 6,60 |

## 4.2.2 Ensayos de penetración

Como complemento a los sondeos mecánicos a rotación con recuperación de testigo, se han realizado 3 ensayos de penetración dinámica. Estos ensayos se realizaron mediante un penetrómetro denominado Dynamic Probig Super Heavy (D.P.S.H) siguiendo la norma UNE 103- 801/94.

El ensayo de penetración consiste en introducir en el terreno una puntaza troncocónica mediante el golpeo con una maza de 63.5 kg de peso, que cae libremente desde una altura de 76 cm. El ensayo consiste en contar el número de golpes necesario para que dicha puntaza penetre a intervalos de 20 cm en el terreno. Se considera que el ensayo ha concluido cuando tras una serie de 100 golpes no se consigue que la puntaza penetre los 20 cm, cuando en tres tramos consecutivos se superan los 75 golpeos o cuando el par de rozamiento supera los 200 N.m; en este caso se dice que el ensayo ha alcanzado el nivel de rechazo.

Las profundidades alcanzadas en los ensayos con respecto a la superficie del terreno son:

*Tabla 4: Profundidad del ensayo de penetración.*

| PENETRACIÓN | PROFUNDIDAD (m) |
|---|---|
| 1 | 1,00 |
| 2 | 1,60 |
| 3 | 1,80 |

### 4.2.3 Calicatas

Se han realizado 3 calicatas mediante retroexcavadora, con objeto de estudiar a cielo abierto los niveles aflorados en el área, así como observar la cota del nivel freático, y el comportamiento de los materiales en su presencia. En los suelos que conforman el sustrato de la parcela se procedió a la toma de muestras representativas, a fin de caracterizarlos mediante la ejecución de ensayos de identificación en el laboratorio.

La profundidad alcanzada por las calicatas, así como las muestras tomadas y su referencia se reflejan en los cuadros adjuntos:

*Tabla 5: Calicatas.*

| CALICATA Nº | PROFUNDIDAD (m) | MUESTRA PROFUNDIDAD (m) |
|---|---|---|
| 1 | 2,10 | 0,60 – 2.10 |
| 2 | 3,00 | 0,60 – 3,00 |
| 3 | 3,10 | 0,60 – 3,10 |

## 4.3 Ensayos de laboratorio

Con las muestras obtenidas y tras analizar los cortes estratigráficos del terreno deducidos de las perforaciones, se ha procedido a la programación de los ensayos de clasificación y resistencia.

Los ensayos de laboratorio que se han realizado son:

*Tabla 6: Ensayos de laboratorio.*

| MUESTRA | PROCEDENCIA | TIPO DE MUESTRA | ENSAYOS REALIZADOS |
|---|---|---|---|
| 1 | 3,00 – 3,60 | A | An. Granulométrico<br>Límites de atterberg<br>Humedad<br>Sales solubles |
| 2 | 6,00 – 6,60 | A | An. Granulométrico<br>Límites de atterberg<br>Humedad<br>Sales solubles |

# 5 Nivel freático

Durante la ejecución de los sondeos se midió la cota de aparición del nivel freático no detectándose la presencia de agua. Se debe tener en cuenta la naturaleza granular del nivel, pudiendo aparecer algún afloramiento puntual en cambios estacionales.

En las calicatas no se detectó la presencia de nivel freático, pero se debe tener en cuenta la proximidad a cauces cercanos, que no presentaban caudal en el momento de ejecución de los trabajos, pero dada su naturaleza granular no es de descartar la aparición de niveles con cambios estacionales.

# 6 Descripción estratigráfica y geotécnica

A la vista de los datos proporcionados por las prospecciones realizadas y de los resultados de los ensayos de campo y de laboratorio, en el subsuelo de la parcela que nos ocupa pueden establecerse, de menor a mayor profundidad, los siguientes niveles estratigráficos y geotécnicos:

**Nivel NG 1. Tierra vegetal**

Desde la superficie del terreno se detecta un nivel de tierra vegetal de limitado espesor (1.00 m). Se trata de un nivel constituido por limos arenosos con gravas y gravillas de tonos marrones por el contenido en materia orgánica, con restos vegetales, asi como una naturaleza heterogénea, con lo que deberá de ser retirado de todas las áreas en las que se ubicará la futura cimentación.

A continuación, se muestran las propiedades geotécnicas que desde la experiencia se le pueden asignar a este nivel:

$\gamma = 17{,}0\ kN/m^3$

ø´= 18º

$c' = 0\ kN/m^2$

E = 6 MPa

**Nivel NG 2. Cantos, gravas y gravillas en matriz areno-arcillosa**

Por debajo del anterior nivel se detecta el nivel de cantos, gravas y gravillas en matriz arenoarcillosa de color beige rojizo. Tanto los penetrómetros, como los ensayos SPT realizados en este nivel alcanzaron el rechazo lo que nos permite caracterizar su compacidad como muy compacta.

Este nivel constituirá el horizonte de apoyo de las cimentaciones previstas.

# 7 Análisis de la cimentación

A la vista de los resultados obtenidos en los ensayos de campo y de laboratorio, así como de la caracterización estratigráfica realizada, se considera que el nivel NG2 (cantos, gravas y gravillas en matriz areno-arcillosa de elevada compacidad) constituye el estrato adecuado para el apoyo de las cimentaciones.

De acuerdo con la normativa y la experiencia en terrenos de características similares, se adopta una capacidad portante admisible de 0,25 N/mm² (250 kN/m²) para el dimensionamiento de las zapatas. Este valor resulta suficiente para garantizar la seguridad estructural frente a los esfuerzos previstos.

## 7.1 Sismicidad

Para la definición de la sismicidad de la zona se utilizará la "Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSE-02)". La peligrosidad sísmica del




territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica que suministra, para cada punto del territorio y expresado en relación al valor de la gravedad, la aceleración sísmica básica ab (un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno), y el coeficiente de distribución K, que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto.

*Figura 2: Mapa de peligrosidad sísmica de España 2015.*

La aceleración sísmica de cálculo ($a_c$) se define en la norma NCSR-02 como:

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

donde:

ρ = Coeficiente adimensional de riesgo, función de la probabilidad aceptable de que se exceda $a_c$ en el periodo de vida para el que se proyecta la construcción. Para una construcción de importancia normal toma un valor de ρ = 1,0.

S = Coeficiente de amplificación del terreno.

- Que para ρ · ab ≤ 0,1g, toma un valor de:

$$\frac{C}{1{,}25}$$

- Para 0,1g< ρ · ab<0,4g, toma un valor de:

$$\frac{C}{1{,}25} + 3{,}33 \cdot \left(\rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0{,}1\right) \cdot \left(1 - \frac{C}{1{,}25}\right)$$

- Para 0,4g ≤ ρ · ab, toma un valor de 1, siendo C, un coeficiente de terreno que depende de las características geotécnicas del terreno de cimentación.

Los terrenos se clasifican en los siguientes tipos:

**- Terreno tipo I:** Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, Vs > 750m/s.

**- Terreno tipo II:** Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, 750 m/s  Vs > 400 m/s.

**- Terreno tipo III:** Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, 400 m/s  Vs > 200

**- Terreno tipo IV:** Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, Vs  200 m/s.

A cada uno de estos tipos de terreno se le asigna el valor del coeficiente C.

*Tabla 7: Valores del coeficiente C para cada tipo de terreno.*

| TIPO DETERRENO | COEFICIENTE (C) |
|---|---|
| I | 1.0 |
| II | 1.3 |
| III | 1.6 |
| IV | 2.0 |

En este caso en concreto estamos ante un terreno Tipo II, luego C = 1.3.

Para construcciones de normal importancia, con una aceleración sísmica básica ($a_b$) inferior a 0.04g la norma sismorresistente NCSR-02 no resulta de obligado cumplimiento.

## 8 Conclusiones

Dadas las características geotécnicas del terreno en Villadangos del Páramo, que presenta un nivel de tierra vegetal seguido de cantos, gravas y gravillas en matriz areno-arcillosa de alta compacidad, se recomienda una cimentación directa mediante zapatas sobre el nivel NG 2. El nivel NG2 (cantos, gravas y gravillas en matriz areno-arcillosa) presenta una capacidad portante admisible del orden de 0,25 N/mm². Este estrato ofrece una capacidad portante adecuada para soportar las cargas de la estructura proyectada. Asimismo, es crucial retirar el nivel de tierra vegetal (NG 1) en

todas las áreas donde se ubicará la cimentación, ya que su heterogeneidad y contenido en materia orgánica lo hacen inadecuado como base de soporte.

En relación con la sismicidad, se ha considerado la normativa NCSE-02 para determinar la aceleración sísmica de cálculo. Dado que los terrenos en la zona se clasifican como tipo II, se deberá aplicar el coeficiente de amplificación del terreno correspondiente para obtener una estimación precisa de las fuerzas sísmicas a considerar en el diseño estructural, aunque la norma sismorresistente NCSR-02 no resulta de obligado cumplimiento en caso de que la $a_b$ sea inferior a 0,04g.

Finalmente, se subraya la importancia de realizar un control de calidad exhaustivo durante la ejecución de la cimentación, verificando la correcta preparación de la superficie de apoyo, la compactación del terreno (si fuera necesaria) y las dimensiones de los elementos de cimentación. Este control contribuirá a garantizar la estabilidad y durabilidad de la estructura a lo largo de su vida útil.

# ANEJO 6. INGENIERÍA DE LAS OBRAS

Miguel Tazo Castrillo
Universidad de Valladolid (Campus de Palencia) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Grado en Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

# ANEJO 6.1 CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA

Miguel Tazo Castrillo
Universidad de Valladolid (Campus de Palencia) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Grado en Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

# ÍNDICE

**1. Justificación de la solución adoptada ..... 3**

**1.1. Estructura ..... 3**

**1.2. Cimentación ..... 4**

**1.3. Método de cálculo ..... 5**

**1.3.1. Hormigón armado ..... 5**

**1.3.2. Acero laminado y conformado ..... 5**

**1.3.3. Muros de fábrica de ladrillo y bloque de hormigón de árido, denso y ligero ..... 6**

**1.4. Cálculos por ordenador ..... 6**

# 1. Justificación de la solución adoptada

En el presente anejo se exponen las características para realizar el proyecto de industria de elaboración de bombones de chocolate en Villadangos del Páramo, en la provincia de León, en el que se encontrarán las instalaciones necesarias para el desarrollo del proceso productivo, así como la ejecución de este.

Se trata de una nave industrial de una sola planta con una cubierta a dos aguas, de forma rectangular, con unas dimensiones de 43,50x23,80 m. con una superficie total de 1.035,30 $m^2$.

Los cerramientos serán de bloque de hormigón, colocados en el interior de la estructura metálica. La altura de los pilares es de 6 m. llegando a los 7,50 m a cumbrera.

La estructura es de acero laminado S275.

## 1.1. Estructura

Se decide realizar un proyecto con una superficie de 1.035,30 $m^2$, con una longitud de 43,50 m y una anchura de 23,80 m, medida a ejes.

La estructura se compone de 10 pórticos, con una altura al alero de 6 metros y una altura a cumbrera de 7,50 m, siendo 2 de ellos pórticos hastiales (extremos) y 8 pórticos tipo.

Los pórticos hastiales están formados por pilares de perfiles HE 140 A de acero laminado S275 y cuentan con 3 pilares centrales separados 5,95 m entre ellos. El pilar central tiene un perfil HE 300 A y los otros 2 tienen un perfil HE 200 A. Los dinteles tienen un perfil IPE-180.

Los pórticos centrales, están formados por pilares HE 400 A de acero laminado S275 y dinteles de perfil IPE-550.

Las correas de la cubierta tienen una separación 0,80 m y tienen un perfil conformado Z 100, realizadas con un acero laminado S275.

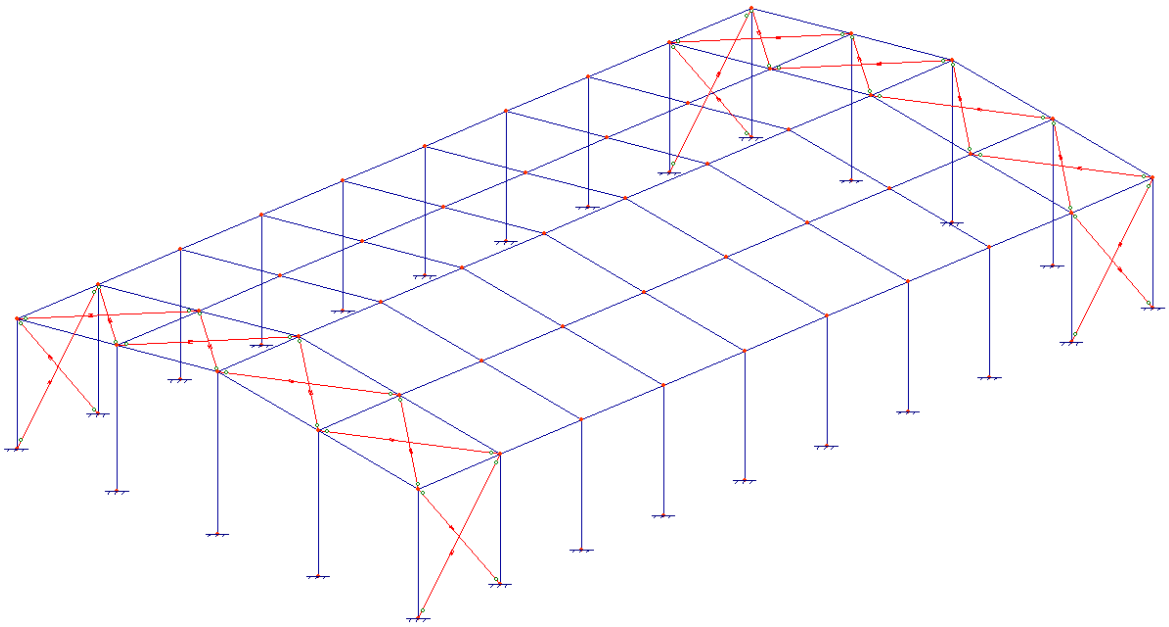


*Figura 1: Estructura*

## 1.2. Cimentación

La cimentación se realizará por medio de zapatas aisladas de distintas dimensiones en función de la luz de los pórticos y las distancias. Se calculan con hormigón armado HA-25.

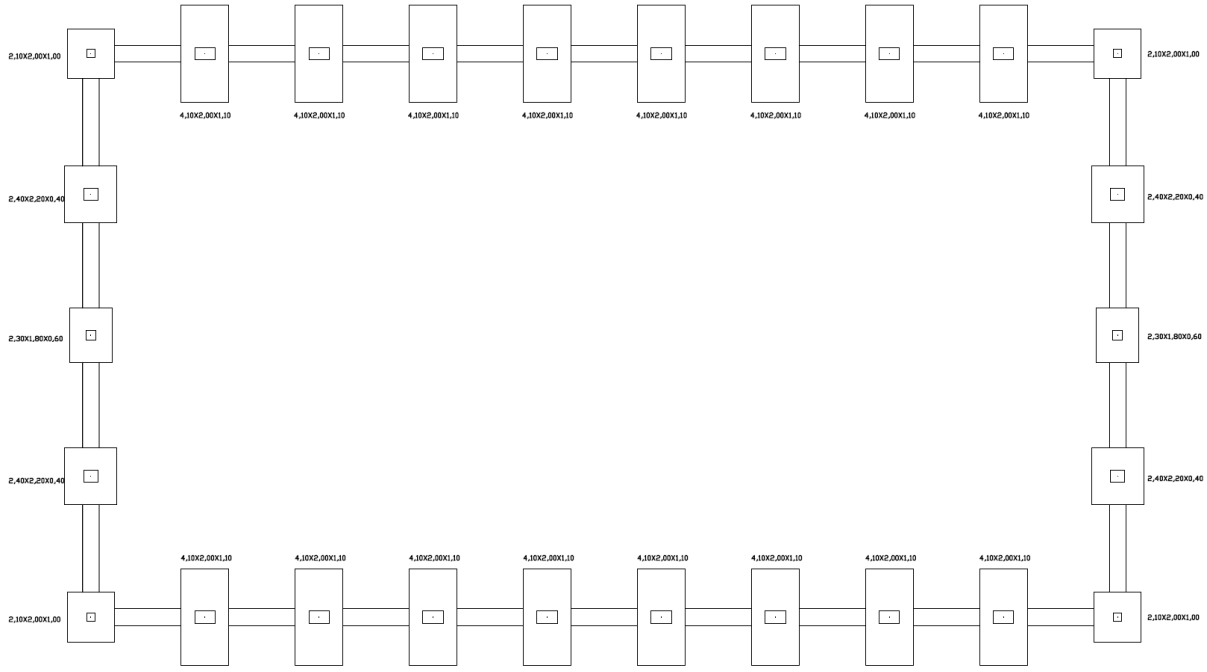



*Figura 2: Cimentación*

## 1.3. Método de cálculo

### 1.3.1. Hormigón armado

Para la obtención de las solicitaciones se ha considerado los principios de la Mecánica Racional y las teorías clásicas de la Resistencia de Materiales y Elasticidad.

El método de cálculo aplicado es de los Estados Límites, en el que se pretende limitar que el efecto de las acciones exteriores ponderadas por unos coeficientes sea inferior a la respuesta de la estructura, minorando las resistencias de los materiales.

En los estados límites últimos se comprueban los correspondientes a: equilibrio, agotamiento o rotura, adherencia, anclaje y fatiga (si procede).

En los estados límites de utilización, se comprueba: deformaciones (flechas), y vibraciones (si procede).

Definidos los estados de carga según su origen, se procede a calcular las combinaciones posibles con los coeficientes de mayoración y minoración correspondientes de acuerdo a los coeficientes de seguridad definidos en el art. 12º del CE y las combinaciones de hipótesis básicas definidas en el art 13º del CE.

La obtención de los esfuerzos en las diferentes hipótesis simples del entramado estructural, se harán de acuerdo a un cálculo lineal de primer orden, es decir admitiendo proporcionalidad entre esfuerzos y deformaciones, el principio de superposición de acciones, y un comportamiento lineal y geométrico de los materiales y la estructura.

Para la obtención de las solicitaciones determinantes en el dimensionado de los elementos de los forjados (vigas, viguetas, losas, nervios) se obtendrán los diagramas envolventes para cada esfuerzo.

Para el dimensionado de los soportes se comprueban para todas las combinaciones definidas.

### 1.3.2. Acero laminado y conformado

Se dimensiona los elementos metálicos de acuerdo a la norma CTE SE-A (Seguridad estructural), determinándose coeficientes de aprovechamiento y deformaciones, así como la estabilidad, de acuerdo a los principios de la Mecánica Racional y la Resistencia de Materiales.

Se realiza un cálculo lineal de primer orden, admitiéndose localmente plastificaciones de acuerdo a lo indicado en la norma.

La estructura se supone sometida a las acciones exteriores, ponderándose para la obtención de los coeficientes de aprovechamiento y comprobación de secciones, y sin mayorar para las comprobaciones de deformaciones, de acuerdo con los límites de agotamiento de tensiones y límites de flecha establecidos.

Para el cálculo de los elementos comprimidos se tiene en cuenta el pandeo por compresión, y para los flectados el pandeo lateral, de acuerdo a las indicaciones de la norma.

### 1.3.3. Muros de fábrica de ladrillo y bloque de hormigón de árido, denso y ligero

Para el cálculo y comprobación de tensiones de las fábricas de ladrillo se tendrá en cuenta lo indicado en la norma CTE SE-F, y el Eurocódigo-6 en los bloques de hormigón.

El cálculo de solicitaciones se hará de acuerdo a los principios de la Mecánica Racional y la Resistencia de Materiales.

Se efectúan las comprobaciones de estabilidad del conjunto de las paredes portantes frente a acciones horizontales, así como el dimensionado de las cimentaciones de acuerdo con las cargas excéntricas que le solicitan.

## 1.4. Cálculos por ordenador

Para la obtención de las solicitaciones y dimensionado de los elementos estructurales, se ha dispuesto de un programa informático de ordenador denominado Metalpla.

Se han calculado los pórticos tanto iniciales y finales, como los pórticos tipo incluidos en la estructura y las uniones entre estos. Además, se ha realizado el cálculo de la cimentación de dicha estructura.

A continuación, se adjuntan los listados de los cálculos.

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

## Datos Generales

| | |
|---|---|
| Número de nudos ..... | 76 |
| Número de barras ..... | 135 |
| Número de hipótesis de carga ..... | 6 |
| Número de combinación de hipótesis ..... | 15 |
| Material ..... | Acero S-275 |
| Se incluye el peso propio de la estructura ..... | Sí |
| Método de cálculo ..... | Segundo Orden |

## Acciones climáticas

| | Definición | Valor |
|---|---|---|
| **Geometría** | Longitud total | 43,50 m |
| | Luz del vano | 4,83 m |
| | Luz | 23,80 m |
| | Pendiente del faldón | 0,13 % |
| | Altura de paredes | 6,00 m |
| | Altura de cumbrera | 7,50 m |
| **Nieve** | Zona | Zona 1 |
| | Altitud | 890 m |
| **Viento** | Grado de aspereza | Grado IV |
| | Velocidad | Zona B |
| | Porcentaje de huecos | 10 % |
| **Datos de correas** | Material | Acero S-275 |
| | Tipo de sección | Z Conformada |
| | Flecha de apariencia | 1/300 |
| | Flecha de integridad | 1/300 |
| **Datos de la cubierta** | Peso de material de cubierta + correas | 0,20 kN/m$^2$ |
| | Posición del pórtico | Tipo |
| | Número de vanos por correa | 2 |
| **Cargas** | (*) Peso de mantenimiento (Proyección horizontal) | 0,40 kN/m$^2$ |
| | (*) Peso Nieve (Proyección horizontal) | 1,38 kN/m$^2$ |
| | Viento. Mayor presión | 0,06 kN/m$^2$ |
| | Viento.Mayor succión | -0,60 kN/m$^2$ |
| | * Estos valores nominales se modifican internamente en función de la pendiente del faldón | |

**Proyecto : NAVE BOMBONES**
**Estructura : NAVE 4**

## Hipótesis de carga

| Núm | Descripción | Categoría |
|---|---|---|
| 1 | Permanente | Permanente |
| 2 | Mantenimiento | Categoría G: Cubiertas accesibles para mantenimiento |
| 3 | Nieve | Nieve : Altitud < 1.000 m sobre el nivel del mar |
| 4 | Viento transversal A | Viento: Cargas en edificación |
| 5 | Viento transversal B | Viento: Cargas en edificación |
| 6 | Viento longitudinal | Viento: Cargas en edificación |

## Proyecto : NAVE BOMBONES

## Estructura : NAVE 4

**NUDOS. Coordenadas en metros.**

| Número | Coord. X | Coord. Y | Coord. Z | Coacción |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | Empotramiento |
| 2 | 5,95 | 0,00 | 0,00 | Empotramiento |
| 3 | 11,90 | 0,00 | 0,00 | Empotramiento |
| 4 | 17,85 | 0,00 | 0,00 | Empotramiento |
| 5 | 23,80 | 0,00 | 0,00 | Empotramiento |
| 6 | 0,00 | 6,00 | 0,00 | Nudo libre |
| 7 | 5,95 | 6,75 | 0,00 | Nudo libre |
| 8 | 11,90 | 7,50 | 0,00 | Nudo libre |
| 9 | 17,85 | 6,75 | 0,00 | Nudo libre |
| 10 | 23,80 | 6,00 | 0,00 | Nudo libre |
| 11 | 0,00 | 0,00 | 43,50 | Empotramiento |
| 12 | 5,95 | 0,00 | 43,50 | Empotramiento |
| 13 | 11,90 | 0,00 | 43,50 | Empotramiento |
| 14 | 17,85 | 0,00 | 43,50 | Empotramiento |
| 15 | 23,80 | 0,00 | 43,50 | Empotramiento |
| 16 | 0,00 | 6,00 | 43,50 | Nudo libre |
| 17 | 5,95 | 6,75 | 43,50 | Nudo libre |
| 18 | 11,90 | 7,50 | 43,50 | Nudo libre |
| 19 | 17,85 | 6,75 | 43,50 | Nudo libre |
| 20 | 23,80 | 6,00 | 43,50 | Nudo libre |
| 21 | 0,00 | 0,00 | 4,83 | Empotramiento |
| 22 | 23,80 | 0,00 | 4,83 | Empotramiento |
| 23 | 0,00 | 6,00 | 4,83 | Nudo libre |
| 24 | 5,95 | 6,75 | 4,83 | Nudo libre |
| 25 | 11,90 | 7,50 | 4,83 | Nudo libre |
| 26 | 17,85 | 6,75 | 4,83 | Nudo libre |
| 27 | 23,80 | 6,00 | 4,83 | Nudo libre |
| 28 | 0,00 | 0,00 | 9,67 | Empotramiento |
| 29 | 23,80 | 0,00 | 9,67 | Empotramiento |
| 30 | 0,00 | 6,00 | 9,67 | Nudo libre |
| 31 | 5,95 | 6,75 | 9,67 | Nudo libre |
| 32 | 11,90 | 7,50 | 9,67 | Nudo libre |
| 33 | 17,85 | 6,75 | 9,67 | Nudo libre |
| 34 | 23,80 | 6,00 | 9,67 | Nudo libre |
| 35 | 0,00 | 0,00 | 14,50 | Empotramiento |
| 36 | 23,80 | 0,00 | 14,50 | Empotramiento |
| 37 | 0,00 | 6,00 | 14,50 | Nudo libre |
| 38 | 5,95 | 6,75 | 14,50 | Nudo libre |
| 39 | 11,90 | 7,50 | 14,50 | Nudo libre |
| 40 | 17,85 | 6,75 | 14,50 | Nudo libre |
| 41 | 23,80 | 6,00 | 14,50 | Nudo libre |
| 42 | 0,00 | 0,00 | 19,33 | Empotramiento |
| 43 | 23,80 | 0,00 | 19,33 | Empotramiento |
| 44 | 0,00 | 6,00 | 19,33 | Nudo libre |
| 45 | 5,95 | 6,75 | 19,33 | Nudo libre |
| 46 | 11,90 | 7,50 | 19,33 | Nudo libre |
| 47 | 17,85 | 6,75 | 19,33 | Nudo libre |
| 48 | 23,80 | 6,00 | 19,33 | Nudo libre |

## Proyecto : NAVE BOMBONES

## Estructura : NAVE 4

**NUDOS. Coordenadas en metros.**

| Número | Coord. X | Coord. Y | Coord. Z | Coacción |
|---|---|---|---|---|
| 49 | 0,00 | 0,00 | 24,17 | Empotramiento |
| 50 | 23,80 | 0,00 | 24,17 | Empotramiento |
| 51 | 0,00 | 6,00 | 24,17 | Nudo libre |
| 52 | 5,95 | 6,75 | 24,17 | Nudo libre |
| 53 | 11,90 | 7,50 | 24,17 | Nudo libre |
| 54 | 17,85 | 6,75 | 24,17 | Nudo libre |
| 55 | 23,80 | 6,00 | 24,17 | Nudo libre |
| 56 | 0,00 | 0,00 | 29,00 | Empotramiento |
| 57 | 23,80 | 0,00 | 29,00 | Empotramiento |
| 58 | 0,00 | 6,00 | 29,00 | Nudo libre |
| 59 | 5,95 | 6,75 | 29,00 | Nudo libre |
| 60 | 11,90 | 7,50 | 29,00 | Nudo libre |
| 61 | 17,85 | 6,75 | 29,00 | Nudo libre |
| 62 | 23,80 | 6,00 | 29,00 | Nudo libre |
| 63 | 0,00 | 0,00 | 33,83 | Empotramiento |
| 64 | 23,80 | 0,00 | 33,83 | Empotramiento |
| 65 | 0,00 | 6,00 | 33,83 | Nudo libre |
| 66 | 5,95 | 6,75 | 33,83 | Nudo libre |
| 67 | 11,90 | 7,50 | 33,83 | Nudo libre |
| 68 | 17,85 | 6,75 | 33,83 | Nudo libre |
| 69 | 23,80 | 6,00 | 33,83 | Nudo libre |
| 70 | 0,00 | 0,00 | 38,67 | Empotramiento |
| 71 | 23,80 | 0,00 | 38,67 | Empotramiento |
| 72 | 0,00 | 6,00 | 38,67 | Nudo libre |
| 73 | 5,95 | 6,75 | 38,67 | Nudo libre |
| 74 | 11,90 | 7,50 | 38,67 | Nudo libre |
| 75 | 17,85 | 6,75 | 38,67 | Nudo libre |
| 76 | 23,80 | 6,00 | 38,67 | Nudo libre |

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

**NUDOS.** **Imperfecciones (mm.)**

| Número | Imperf. X | Imperf. Y | Imperf. Z |
|---|---|---|---|
| 6 | 29,00 | 0,00 | 0,00 |
| 7 | 33,00 | 0,00 | 0,00 |
| 8 | 37,00 | 0,00 | 0,00 |
| 9 | 33,00 | 0,00 | 0,00 |
| 10 | 29,00 | 0,00 | 0,00 |
| 16 | 29,00 | 0,00 | 0,00 |
| 17 | 33,00 | 0,00 | 0,00 |
| 18 | 37,00 | 0,00 | 0,00 |
| 19 | 33,00 | 0,00 | 0,00 |
| 20 | 29,00 | 0,00 | 0,00 |
| 23 | 29,00 | 0,00 | 0,00 |
| 24 | 33,00 | 0,00 | 0,00 |
| 25 | 37,00 | 0,00 | 0,00 |
| 26 | 33,00 | 0,00 | 0,00 |
| 27 | 29,00 | 0,00 | 0,00 |
| 30 | 29,00 | 0,00 | 0,00 |
| 31 | 33,00 | 0,00 | 0,00 |
| 32 | 37,00 | 0,00 | 0,00 |
| 33 | 33,00 | 0,00 | 0,00 |
| 34 | 29,00 | 0,00 | 0,00 |
| 37 | 29,00 | 0,00 | 0,00 |
| 38 | 33,00 | 0,00 | 0,00 |
| 39 | 37,00 | 0,00 | 0,00 |
| 40 | 33,00 | 0,00 | 0,00 |
| 41 | 29,00 | 0,00 | 0,00 |
| 44 | 29,00 | 0,00 | 0,00 |
| 45 | 33,00 | 0,00 | 0,00 |
| 46 | 37,00 | 0,00 | 0,00 |
| 47 | 33,00 | 0,00 | 0,00 |
| 48 | 29,00 | 0,00 | 0,00 |
| 51 | 29,00 | 0,00 | 0,00 |
| 52 | 33,00 | 0,00 | 0,00 |
| 53 | 37,00 | 0,00 | 0,00 |
| 54 | 33,00 | 0,00 | 0,00 |
| 55 | 29,00 | 0,00 | 0,00 |
| 58 | 29,00 | 0,00 | 0,00 |
| 59 | 33,00 | 0,00 | 0,00 |
| 60 | 37,00 | 0,00 | 0,00 |
| 61 | 33,00 | 0,00 | 0,00 |
| 62 | 29,00 | 0,00 | 0,00 |

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

**NUDOS.** **Imperfecciones (mm.)**

| Número | Imperf. X | Imperf. Y | Imperf. Z |
|---|---|---|---|
| 65 | 29,00 | 0,00 | 0,00 |
| 66 | 33,00 | 0,00 | 0,00 |
| 67 | 37,00 | 0,00 | 0,00 |
| 68 | 33,00 | 0,00 | 0,00 |
| 69 | 29,00 | 0,00 | 0,00 |
| 72 | 29,00 | 0,00 | 0,00 |
| 73 | 33,00 | 0,00 | 0,00 |
| 74 | 37,00 | 0,00 | 0,00 |
| 75 | 33,00 | 0,00 | 0,00 |
| 76 | 29,00 | 0,00 | 0,00 |

## Proyecto : NAVE BOMBONES
## Estructura : NAVE 4

**BARRAS.** **(kN m / radián)**

| Barra | Nudo i | Nudo j | Clase | Lep | Lept | Grupo | Beta | Articulación |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 6 | Pilar | 1,91 | 6,00 | 6 | 90,00 | Sin enlaces articulados |
| 2 | 2 | 7 | Pilar | 32,37 | 6,75 | 3 | 90,00 | Sin enlaces articulados |
| 3 | 3 | 8 | Pilar | 15,00 | 7,50 | 8 | 90,00 | Sin enlaces articulados |
| 4 | 4 | 9 | Pilar | 35,32 | 6,75 | 3 | 90,00 | Sin enlaces articulados |
| 5 | 5 | 10 | Pilar | 1,97 | 6,00 | 6 | 90,00 | Sin enlaces articulados |
| 6 | 6 | 7 | Viga | 5,02 | 4,50 | 7 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 7 | 7 | 8 | Viga | 3,15 | 4,50 | 7 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 8 | 8 | 9 | Viga | 3,16 | 4,50 | 7 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 9 | 9 | 10 | Viga | 5,03 | 4,50 | 7 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 10 | 11 | 16 | Pilar | 4,44 | 6,00 | 6 | 90,00 | Sin enlaces articulados |
| 11 | 12 | 17 | Pilar | 28,53 | 6,75 | 3 | 90,00 | Sin enlaces articulados |
| 12 | 13 | 18 | Pilar | 15,00 | 7,50 | 8 | 90,00 | Sin enlaces articulados |
| 13 | 14 | 19 | Pilar | 96,15 | 6,75 | 3 | 90,00 | Sin enlaces articulados |
| 14 | 15 | 20 | Pilar | 8,52 | 6,00 | 6 | 90,00 | Sin enlaces articulados |
| 15 | 16 | 17 | Viga | 5,02 | 4,50 | 7 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 16 | 17 | 18 | Viga | 3,15 | 4,50 | 7 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 17 | 18 | 19 | Viga | 3,16 | 4,50 | 7 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 18 | 19 | 20 | Viga | 5,03 | 4,50 | 7 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 19 | 21 | 23 | Pilar | 14,14 | 6,00 | 1 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 20 | 22 | 27 | Pilar | 29,58 | 6,00 | 1 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 21 | 23 | 24 | Viga | 14,14 | 4,50 | 2 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 22 | 24 | 25 | Viga | 11,15 | 4,50 | 2 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 23 | 25 | 26 | Viga | 10,89 | 4,50 | 2 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 24 | 26 | 27 | Viga | 12,77 | 4,50 | 2 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 25 | 28 | 30 | Pilar | 6,65 | 6,00 | 1 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 26 | 29 | 34 | Pilar | 65,05 | 6,00 | 1 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 27 | 30 | 31 | Viga | 16,95 | 4,50 | 2 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 28 | 31 | 32 | Viga | 20,63 | 4,50 | 2 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 29 | 32 | 33 | Viga | 14,73 | 4,50 | 2 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 30 | 33 | 34 | Viga | 13,35 | 4,50 | 2 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 31 | 35 | 37 | Pilar | 7,00 | 6,00 | 1 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 32 | 36 | 41 | Pilar | 21,95 | 6,00 | 1 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 33 | 37 | 38 | Viga | 16,12 | 4,50 | 2 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 34 | 38 | 39 | Viga | 18,42 | 4,50 | 2 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 35 | 39 | 40 | Viga | 14,39 | 4,50 | 2 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 36 | 40 | 41 | Viga | 13,19 | 4,50 | 2 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 37 | 42 | 44 | Pilar | 7,00 | 6,00 | 1 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 38 | 43 | 48 | Pilar | 22,05 | 6,00 | 1 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 39 | 44 | 45 | Viga | 16,05 | 4,50 | 2 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 40 | 45 | 46 | Viga | 18,39 | 4,50 | 2 | 0,00 | Sin enlaces articulados |

## Proyecto : NAVE BOMBONES
## Estructura : NAVE 4

**BARRAS.** **(kN m / radián)**

| Barra | Nudo i | Nudo j | Clase | Lep | Lept | Grupo | Beta | Articulación |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 41 | 46 | 47 | Viga | 14,39 | 4,50 | 2 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 42 | 47 | 48 | Viga | 13,17 | 4,50 | 2 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 43 | 49 | 51 | Pilar | 6,98 | 6,00 | 1 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 44 | 50 | 55 | Pilar | 22,48 | 6,00 | 1 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 45 | 51 | 52 | Viga | 16,15 | 4,50 | 2 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 46 | 52 | 53 | Viga | 18,55 | 4,50 | 2 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 47 | 53 | 54 | Viga | 14,43 | 4,50 | 2 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 48 | 54 | 55 | Viga | 13,20 | 4,50 | 2 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 49 | 56 | 58 | Pilar | 7,02 | 6,00 | 1 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 50 | 57 | 62 | Pilar | 21,78 | 6,00 | 1 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 51 | 58 | 59 | Viga | 16,02 | 4,50 | 2 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 52 | 59 | 60 | Viga | 18,34 | 4,50 | 2 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 53 | 60 | 61 | Viga | 14,37 | 4,50 | 2 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 54 | 61 | 62 | Viga | 13,15 | 4,50 | 2 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 55 | 63 | 65 | Pilar | 7,11 | 6,00 | 1 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 56 | 64 | 69 | Pilar | 20,10 | 6,00 | 1 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 57 | 65 | 66 | Viga | 15,64 | 4,50 | 2 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 58 | 66 | 67 | Viga | 17,67 | 4,50 | 2 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 59 | 67 | 68 | Viga | 14,23 | 4,50 | 2 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 60 | 68 | 69 | Viga | 13,22 | 4,50 | 2 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 61 | 70 | 72 | Pilar | 7,42 | 6,00 | 1 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 62 | 71 | 76 | Pilar | 9,29 | 6,00 | 1 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 63 | 72 | 73 | Viga | 31,65 | 4,50 | 2 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 64 | 73 | 74 | Viga | 11,28 | 4,50 | 2 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 65 | 74 | 75 | Viga | 11,30 | 4,50 | 2 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 66 | 75 | 76 | Viga | 21,63 | 4,50 | 2 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 67 | 6 | 23 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 68 | 7 | 24 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 69 | 8 | 25 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 70 | 9 | 26 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 71 | 10 | 27 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 72 | 23 | 30 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 73 | 24 | 31 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 74 | 25 | 32 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 75 | 26 | 33 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 76 | 27 | 34 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 77 | 30 | 37 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 78 | 31 | 38 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 79 | 32 | 39 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 80 | 33 | 40 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

**BARRAS.** **(kN m / radián)**

| Barra | Nudo i | Nudo j | Clase | Lep | Lept | Grupo | Beta | Articulación |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 81 | 34 | 41 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 82 | 37 | 44 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 83 | 38 | 45 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 84 | 39 | 46 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 85 | 40 | 47 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 86 | 41 | 48 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 87 | 44 | 51 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 88 | 45 | 52 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 89 | 46 | 53 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 90 | 47 | 54 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 91 | 48 | 55 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 92 | 51 | 58 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 93 | 52 | 59 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 94 | 53 | 60 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 95 | 54 | 61 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 96 | 55 | 62 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 97 | 58 | 65 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 98 | 59 | 66 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 99 | 60 | 67 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 100 | 61 | 68 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 101 | 62 | 69 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 102 | 65 | 72 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 103 | 66 | 73 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 104 | 67 | 74 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 105 | 68 | 75 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 106 | 69 | 76 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 107 | 16 | 72 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 108 | 17 | 73 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 109 | 18 | 74 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 110 | 19 | 75 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 111 | 20 | 76 | Viga | 0,00 | 0,00 | 4 | 0,00 | Sin enlaces articulados |
| 112 | 1 | 23 | Tirante | 0,00 | 0,00 | 5 | 0,00 | Biarticulada en Yp y Zp |
| 113 | 6 | 21 | Tirante | 0,00 | 0,00 | 5 | 0,00 | Biarticulada en Yp y Zp |
| 114 | 5 | 27 | Tirante | 0,00 | 0,00 | 5 | 0,00 | Biarticulada en Yp y Zp |
| 115 | 10 | 22 | Tirante | 0,00 | 0,00 | 5 | 0,00 | Biarticulada en Yp y Zp |
| 116 | 6 | 24 | Tirante | 0,00 | 0,00 | 5 | 0,00 | Biarticulada en Yp y Zp |
| 117 | 7 | 23 | Tirante | 0,00 | 0,00 | 5 | 0,00 | Biarticulada en Yp y Zp |
| 118 | 7 | 25 | Tirante | 0,00 | 0,00 | 5 | 0,00 | Biarticulada en Yp y Zp |
| 119 | 8 | 24 | Tirante | 0,00 | 0,00 | 5 | 0,00 | Biarticulada en Yp y Zp |
| 120 | 8 | 26 | Tirante | 0,00 | 0,00 | 5 | 0,00 | Biarticulada en Yp y Zp |

## Proyecto : NAVE BOMBONES
## Estructura : NAVE 4

**BARRAS.** **(kN m / radián)**

| Barra | Nudo i | Nudo j | Clase | Lep | Lept | Grupo | Beta | Articulación |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 121 | 9 | 25 | Tirante | 0,00 | 0,00 | 5 | 0,00 | Biarticulada en Yp y Zp |
| 122 | 9 | 27 | Tirante | 0,00 | 0,00 | 5 | 0,00 | Biarticulada en Yp y Zp |
| 123 | 10 | 26 | Tirante | 0,00 | 0,00 | 5 | 0,00 | Biarticulada en Yp y Zp |
| 124 | 16 | 70 | Tirante | 0,00 | 0,00 | 5 | 0,00 | Biarticulada en Yp y Zp |
| 125 | 11 | 72 | Tirante | 0,00 | 0,00 | 5 | 0,00 | Biarticulada en Yp y Zp |
| 126 | 20 | 71 | Tirante | 0,00 | 0,00 | 5 | 0,00 | Biarticulada en Yp y Zp |
| 127 | 15 | 76 | Tirante | 0,00 | 0,00 | 5 | 0,00 | Biarticulada en Yp y Zp |
| 128 | 17 | 72 | Tirante | 0,00 | 0,00 | 5 | 0,00 | Biarticulada en Yp y Zp |
| 129 | 16 | 73 | Tirante | 0,00 | 0,00 | 5 | 0,00 | Biarticulada en Yp y Zp |
| 130 | 18 | 73 | Tirante | 0,00 | 0,00 | 5 | 0,00 | Biarticulada en Yp y Zp |
| 131 | 17 | 74 | Tirante | 0,00 | 0,00 | 5 | 0,00 | Biarticulada en Yp y Zp |
| 132 | 19 | 74 | Tirante | 0,00 | 0,00 | 5 | 0,00 | Biarticulada en Yp y Zp |
| 133 | 18 | 75 | Tirante | 0,00 | 0,00 | 5 | 0,00 | Biarticulada en Yp y Zp |
| 134 | 20 | 75 | Tirante | 0,00 | 0,00 | 5 | 0,00 | Biarticulada en Yp y Zp |
| 135 | 19 | 76 | Tirante | 0,00 | 0,00 | 5 | 0,00 | Biarticulada en Yp y Zp |

## Proyecto : NAVE BOMBONES
## Estructura : NAVE 4
**BARRAS.**

| Barra | Tabla | Tamaño | Material |
|---|---|---|---|
| 1 | I HEA | 140 | Material menú |
| 2 | I HEA | 300 | Material menú |
| 3 | I HEA | 200 | Material menú |
| 4 | I HEA | 300 | Material menú |
| 5 | I HEA | 140 | Material menú |
| 6 | IPE | 180 | Material menú |
| 7 | IPE | 180 | Material menú |
| 8 | IPE | 180 | Material menú |
| 9 | IPE | 180 | Material menú |
| 10 | I HEA | 140 | Material menú |
| 11 | I HEA | 300 | Material menú |
| 12 | I HEA | 200 | Material menú |
| 13 | I HEA | 300 | Material menú |
| 14 | I HEA | 140 | Material menú |
| 15 | IPE | 180 | Material menú |
| 16 | IPE | 180 | Material menú |
| 17 | IPE | 180 | Material menú |
| 18 | IPE | 180 | Material menú |
| 19 | I HEA | 400 | Material menú |
| 20 | I HEA | 400 | Material menú |
| 21 | IPE | 550 | Material menú |
| 22 | IPE | 550 | Material menú |
| 23 | IPE | 550 | Material menú |
| 24 | IPE | 550 | Material menú |
| 25 | I HEA | 400 | Material menú |
| 26 | I HEA | 400 | Material menú |
| 27 | IPE | 550 | Material menú |
| 28 | IPE | 550 | Material menú |
| 29 | IPE | 550 | Material menú |
| 30 | IPE | 550 | Material menú |
| 31 | I HEA | 400 | Material menú |
| 32 | I HEA | 400 | Material menú |
| 33 | IPE | 550 | Material menú |
| 34 | IPE | 550 | Material menú |
| 35 | IPE | 550 | Material menú |
| 36 | IPE | 550 | Material menú |
| 37 | I HEA | 400 | Material menú |
| 38 | I HEA | 400 | Material menú |
| 39 | IPE | 550 | Material menú |
| 40 | IPE | 550 | Material menú |

## Proyecto : NAVE BOMBONES
## Estructura : NAVE 4
**BARRAS.**

| Barra | Tabla | Tamaño | Material |
|---|---|---|---|
| 41 | IPE | 550 | Material menú |
| 42 | IPE | 550 | Material menú |
| 43 | I HEA | 400 | Material menú |
| 44 | I HEA | 400 | Material menú |
| 45 | IPE | 550 | Material menú |
| 46 | IPE | 550 | Material menú |
| 47 | IPE | 550 | Material menú |
| 48 | IPE | 550 | Material menú |
| 49 | I HEA | 400 | Material menú |
| 50 | I HEA | 400 | Material menú |
| 51 | IPE | 550 | Material menú |
| 52 | IPE | 550 | Material menú |
| 53 | IPE | 550 | Material menú |
| 54 | IPE | 550 | Material menú |
| 55 | I HEA | 400 | Material menú |
| 56 | I HEA | 400 | Material menú |
| 57 | IPE | 550 | Material menú |
| 58 | IPE | 550 | Material menú |
| 59 | IPE | 550 | Material menú |
| 60 | IPE | 550 | Material menú |
| 61 | I HEA | 400 | Material menú |
| 62 | I HEA | 400 | Material menú |
| 63 | IPE | 550 | Material menú |
| 64 | IPE | 550 | Material menú |
| 65 | IPE | 550 | Material menú |
| 66 | IPE | 550 | Material menú |
| 67 | IPE | 240 | Material menú |
| 68 | IPE | 240 | Material menú |
| 69 | IPE | 240 | Material menú |
| 70 | IPE | 240 | Material menú |
| 71 | IPE | 240 | Material menú |
| 72 | IPE | 240 | Material menú |
| 73 | IPE | 240 | Material menú |
| 74 | IPE | 240 | Material menú |
| 75 | IPE | 240 | Material menú |
| 76 | IPE | 240 | Material menú |
| 77 | IPE | 240 | Material menú |
| 78 | IPE | 240 | Material menú |
| 79 | IPE | 240 | Material menú |
| 80 | IPE | 240 | Material menú |

## Proyecto : NAVE BOMBONES
## Estructura : NAVE 4
**BARRAS.**

| Barra | Tabla | Tamaño | Material |
|---|---|---|---|
| 81 | IPE | 240 | Material menú |
| 82 | IPE | 240 | Material menú |
| 83 | IPE | 240 | Material menú |
| 84 | IPE | 240 | Material menú |
| 85 | IPE | 240 | Material menú |
| 86 | IPE | 240 | Material menú |
| 87 | IPE | 240 | Material menú |
| 88 | IPE | 240 | Material menú |
| 89 | IPE | 240 | Material menú |
| 90 | IPE | 240 | Material menú |
| 91 | IPE | 240 | Material menú |
| 92 | IPE | 240 | Material menú |
| 93 | IPE | 240 | Material menú |
| 94 | IPE | 240 | Material menú |
| 95 | IPE | 240 | Material menú |
| 96 | IPE | 240 | Material menú |
| 97 | IPE | 240 | Material menú |
| 98 | IPE | 240 | Material menú |
| 99 | IPE | 240 | Material menú |
| 100 | IPE | 240 | Material menú |
| 101 | IPE | 240 | Material menú |
| 102 | IPE | 240 | Material menú |
| 103 | IPE | 240 | Material menú |
| 104 | IPE | 240 | Material menú |
| 105 | IPE | 240 | Material menú |
| 106 | IPE | 240 | Material menú |
| 107 | IPE | 240 | Material menú |
| 108 | IPE | 240 | Material menú |
| 109 | IPE | 240 | Material menú |
| 110 | IPE | 240 | Material menú |
| 111 | IPE | 240 | Material menú |
| 112 | ø R.MACIZO | 40 | Material menú |
| 113 | ø R.MACIZO | 40 | Material menú |
| 114 | ø R.MACIZO | 40 | Material menú |
| 115 | ø R.MACIZO | 40 | Material menú |
| 116 | ø R.MACIZO | 40 | Material menú |
| 117 | ø R.MACIZO | 40 | Material menú |
| 118 | ø R.MACIZO | 40 | Material menú |
| 119 | ø R.MACIZO | 40 | Material menú |
| 120 | ø R.MACIZO | 40 | Material menú |

## Proyecto : NAVE BOMBONES
## Estructura : NAVE 4

**BARRAS.**

| Barra | Tabla | Tamaño | Material |
|---|---|---|---|
| 121 | ø R.MACIZO | 40 | Material menú |
| 122 | ø R.MACIZO | 40 | Material menú |
| 123 | ø R.MACIZO | 40 | Material menú |
| 124 | ø R.MACIZO | 40 | Material menú |
| 125 | ø R.MACIZO | 40 | Material menú |
| 126 | ø R.MACIZO | 40 | Material menú |
| 127 | ø R.MACIZO | 40 | Material menú |
| 128 | ø R.MACIZO | 40 | Material menú |
| 129 | ø R.MACIZO | 40 | Material menú |
| 130 | ø R.MACIZO | 40 | Material menú |
| 131 | ø R.MACIZO | 40 | Material menú |
| 132 | ø R.MACIZO | 40 | Material menú |
| 133 | ø R.MACIZO | 40 | Material menú |
| 134 | ø R.MACIZO | 40 | Material menú |
| 135 | ø R.MACIZO | 40 | Material menú |

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

**CARGAS EN BARRAS.** **(kN y mkN)**

| Hip. | Barra | Tipo | Ejes | Carga X | Carga Y | Carga Z | Dist.(m.) | L.Aplic.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,254 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 2 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,910 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 3 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,435 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 4 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,910 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 5 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,254 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 6 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,193 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 6 | Uniforme | Generales | 0,000 | -0,483 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 7 | Uniforme | Generales | 0,000 | -0,483 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 7 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,193 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 8 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,193 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 8 | Uniforme | Generales | 0,000 | -0,483 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 9 | Uniforme | Generales | 0,000 | -0,483 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 9 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,193 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 10 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,254 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 11 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,910 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 12 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,435 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 13 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,910 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 14 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,254 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 15 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,193 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 15 | Uniforme | Generales | 0,000 | -0,483 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 16 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,193 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 16 | Uniforme | Generales | 0,000 | -0,483 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 17 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,193 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 17 | Uniforme | Generales | 0,000 | -0,483 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 18 | Uniforme | Generales | 0,000 | -0,483 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 18 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,193 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 19 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,286 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 20 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,286 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 21 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,083 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 21 | Uniforme | Generales | 0,000 | -1,208 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 22 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,083 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 22 | Uniforme | Generales | 0,000 | -1,208 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 23 | Uniforme | Generales | 0,000 | -1,208 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 23 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,083 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 24 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,083 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 24 | Uniforme | Generales | 0,000 | -1,208 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 25 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,286 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 26 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,286 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 27 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,083 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 27 | Uniforme | Generales | 0,000 | -1,208 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

**CARGAS EN BARRAS.** **(kN y mkN)**

| Hip. | Barra | Tipo | Ejes | Carga X | Carga Y | Carga Z | Dist.(m.) | L.Aplic.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 28 | Uniforme | Generales | 0,000 | -1,208 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 28 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,083 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 29 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,083 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 29 | Uniforme | Generales | 0,000 | -1,208 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 30 | Uniforme | Generales | 0,000 | -1,208 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 30 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,083 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 31 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,286 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 32 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,286 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 33 | Uniforme | Generales | 0,000 | -1,208 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 33 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,083 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 34 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,083 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 34 | Uniforme | Generales | 0,000 | -1,208 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 35 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,083 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 35 | Uniforme | Generales | 0,000 | -1,208 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 36 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,083 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 36 | Uniforme | Generales | 0,000 | -1,208 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 37 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,286 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 38 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,286 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 39 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,083 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 39 | Uniforme | Generales | 0,000 | -1,208 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 40 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,083 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 40 | Uniforme | Generales | 0,000 | -1,208 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 41 | Uniforme | Generales | 0,000 | -1,208 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 41 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,083 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 42 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,083 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 42 | Uniforme | Generales | 0,000 | -1,208 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 43 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,286 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 44 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,286 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 45 | Uniforme | Generales | 0,000 | -1,208 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 45 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,083 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 46 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,083 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 46 | Uniforme | Generales | 0,000 | -1,208 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 47 | Uniforme | Generales | 0,000 | -1,208 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 47 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,083 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 48 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,083 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 48 | Uniforme | Generales | 0,000 | -1,208 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 49 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,286 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 50 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,286 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 51 | Uniforme | Generales | 0,000 | -1,208 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 51 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,083 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

**CARGAS EN BARRAS. (kN y mkN)**

| Hip. | Barra | Tipo | Ejes | Carga X | Carga Y | Carga Z | Dist.(m.) | L.Aplic.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 52 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,083 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 52 | Uniforme | Generales | 0,000 | -1,208 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 53 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,083 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 53 | Uniforme | Generales | 0,000 | -1,208 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 54 | Uniforme | Generales | 0,000 | -1,208 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 54 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,083 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 55 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,286 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 56 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,286 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 57 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,083 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 57 | Uniforme | Generales | 0,000 | -1,208 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 58 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,083 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 58 | Uniforme | Generales | 0,000 | -1,208 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 59 | Uniforme | Generales | 0,000 | -1,208 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 59 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,083 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 60 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,083 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 60 | Uniforme | Generales | 0,000 | -1,208 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 61 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,286 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 62 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,286 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 63 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,083 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 63 | Uniforme | Generales | 0,000 | -1,208 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 64 | Uniforme | Generales | 0,000 | -1,208 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 64 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,083 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 65 | Uniforme | Generales | 0,000 | -1,208 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 65 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,083 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 66 | Uniforme | Generales | 0,000 | -1,208 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 66 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -1,083 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 67 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 68 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 69 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 70 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 71 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 72 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 73 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 74 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 75 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 76 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 77 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 78 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 79 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 80 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

**CARGAS EN BARRAS. (kN y mkN)**

| Hip. | Barra | Tipo | Ejes | Carga X | Carga Y | Carga Z | Dist.(m.) | L.Aplic.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 81 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 82 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 83 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 84 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 85 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 86 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 87 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 88 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 89 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 90 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 91 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 92 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 93 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 94 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 95 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 96 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 97 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 98 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 99 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 100 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 101 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 102 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 103 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 104 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 105 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 106 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 107 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 108 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 109 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 110 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 111 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,316 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 112 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,102 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 113 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,102 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 114 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,102 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 115 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,102 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 116 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,102 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 117 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,102 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 118 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,102 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 119 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,102 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 120 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,102 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

**CARGAS EN BARRAS. (kN y mkN)**

| Hip. | Barra | Tipo | Ejes | Carga X | Carga Y | Carga Z | Dist.(m.) | L.Aplic.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 121 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,102 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 122 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,102 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 123 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,102 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 124 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,102 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 125 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,102 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 126 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,102 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 127 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,102 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 128 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,102 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 129 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,102 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 130 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,102 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 131 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,102 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 132 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,102 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 133 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,102 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 134 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,102 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 135 | Uniforme p.p. | Generales | 0,000 | -0,102 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 6 | Uniforme | Generales | 0,000 | -0,959 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 7 | Uniforme | Generales | 0,000 | -0,959 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 8 | Uniforme | Generales | 0,000 | -0,959 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 9 | Uniforme | Generales | 0,000 | -0,959 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 15 | Uniforme | Generales | 0,000 | -0,959 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 16 | Uniforme | Generales | 0,000 | -0,959 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 17 | Uniforme | Generales | 0,000 | -0,959 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 18 | Uniforme | Generales | 0,000 | -0,959 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 21 | Uniforme | Generales | 0,000 | -2,398 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 22 | Uniforme | Generales | 0,000 | -2,398 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 23 | Uniforme | Generales | 0,000 | -2,398 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 24 | Uniforme | Generales | 0,000 | -2,398 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 27 | Uniforme | Generales | 0,000 | -2,398 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 28 | Uniforme | Generales | 0,000 | -2,398 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 29 | Uniforme | Generales | 0,000 | -2,398 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 30 | Uniforme | Generales | 0,000 | -2,398 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 33 | Uniforme | Generales | 0,000 | -2,398 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 34 | Uniforme | Generales | 0,000 | -2,398 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 35 | Uniforme | Generales | 0,000 | -2,398 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 36 | Uniforme | Generales | 0,000 | -2,398 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 39 | Uniforme | Generales | 0,000 | -2,398 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 40 | Uniforme | Generales | 0,000 | -2,398 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 41 | Uniforme | Generales | 0,000 | -2,398 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 42 | Uniforme | Generales | 0,000 | -2,398 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 45 | Uniforme | Generales | 0,000 | -2,398 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

**CARGAS EN BARRAS. (kN y mkN)**

| Hip. | Barra | Tipo | Ejes | Carga X | Carga Y | Carga Z | Dist.(m.) | L.Aplic.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 46 | Uniforme | Generales | 0,000 | -2,398 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 47 | Uniforme | Generales | 0,000 | -2,398 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 48 | Uniforme | Generales | 0,000 | -2,398 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 51 | Uniforme | Generales | 0,000 | -2,398 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 52 | Uniforme | Generales | 0,000 | -2,398 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 53 | Uniforme | Generales | 0,000 | -2,398 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 54 | Uniforme | Generales | 0,000 | -2,398 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 57 | Uniforme | Generales | 0,000 | -2,398 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 58 | Uniforme | Generales | 0,000 | -2,398 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 59 | Uniforme | Generales | 0,000 | -2,398 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 60 | Uniforme | Generales | 0,000 | -2,398 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 63 | Uniforme | Generales | 0,000 | -2,398 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 64 | Uniforme | Generales | 0,000 | -2,398 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 65 | Uniforme | Generales | 0,000 | -2,398 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 66 | Uniforme | Generales | 0,000 | -2,398 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 6 | Uniforme | Generales | 0,000 | -3,309 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 7 | Uniforme | Generales | 0,000 | -3,309 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 8 | Uniforme | Generales | 0,000 | -3,309 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 9 | Uniforme | Generales | 0,000 | -3,309 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 15 | Uniforme | Generales | 0,000 | -3,309 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 16 | Uniforme | Generales | 0,000 | -3,309 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 17 | Uniforme | Generales | 0,000 | -3,309 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 18 | Uniforme | Generales | 0,000 | -3,309 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 21 | Uniforme | Generales | 0,000 | -8,272 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 22 | Uniforme | Generales | 0,000 | -8,272 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 23 | Uniforme | Generales | 0,000 | -8,272 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 24 | Uniforme | Generales | 0,000 | -8,272 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 27 | Uniforme | Generales | 0,000 | -8,272 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 28 | Uniforme | Generales | 0,000 | -8,272 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 29 | Uniforme | Generales | 0,000 | -8,272 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 30 | Uniforme | Generales | 0,000 | -8,272 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 33 | Uniforme | Generales | 0,000 | -8,272 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 34 | Uniforme | Generales | 0,000 | -8,272 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 35 | Uniforme | Generales | 0,000 | -8,272 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 36 | Uniforme | Generales | 0,000 | -8,272 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 39 | Uniforme | Generales | 0,000 | -8,272 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 40 | Uniforme | Generales | 0,000 | -8,272 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 41 | Uniforme | Generales | 0,000 | -8,272 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 42 | Uniforme | Generales | 0,000 | -8,272 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 45 | Uniforme | Generales | 0,000 | -8,272 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

**CARGAS EN BARRAS. (kN y mkN)**

| Hip. | Barra | Tipo | Ejes | Carga X | Carga Y | Carga Z | Dist.(m.) | L.Aplic.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 46 | Uniforme | Generales | 0,000 | -8,272 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 47 | Uniforme | Generales | 0,000 | -8,272 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 48 | Uniforme | Generales | 0,000 | -8,272 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 51 | Uniforme | Generales | 0,000 | -8,272 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 52 | Uniforme | Generales | 0,000 | -8,272 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 53 | Uniforme | Generales | 0,000 | -8,272 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 54 | Uniforme | Generales | 0,000 | -8,272 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 57 | Uniforme | Generales | 0,000 | -8,272 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 58 | Uniforme | Generales | 0,000 | -8,272 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 59 | Uniforme | Generales | 0,000 | -8,272 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 60 | Uniforme | Generales | 0,000 | -8,272 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 63 | Uniforme | Generales | 0,000 | -8,272 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 64 | Uniforme | Generales | 0,000 | -8,272 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 65 | Uniforme | Generales | 0,000 | -8,272 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 66 | Uniforme | Generales | 0,000 | -8,272 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 1 | Uniforme | Generales | 1,291 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 1 | Uniforme | Generales | 0,000 | 0,000 | -2,189 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 2 | Uniforme | Generales | 0,000 | 0,000 | -3,832 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 3 | Uniforme | Generales | 0,000 | 0,000 | -3,940 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 4 | Uniforme | Generales | 0,000 | 0,000 | -3,772 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 5 | Uniforme | Generales | 0,578 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 5 | Uniforme | Generales | 0,000 | 0,000 | -1,794 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 6 | Uniforme | Generales | -0,128 | 1,016 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 6 | Parcial uniforme | Generales | -0,177 | 1,404 | 0,000 | 0,00 | 1,50 |
| 4 | 7 | Uniforme | Generales | -0,134 | 1,062 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 8 | Uniforme | Generales | -0,018 | -0,139 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 8 | Parcial uniforme | Generales | 0,033 | 0,261 | 0,000 | 0,00 | 1,50 |
| 4 | 9 | Uniforme | Generales | -0,017 | -0,132 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 10 | Uniforme | Generales | 0,000 | 0,000 | -2,189 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 10 | Uniforme | Generales | 1,291 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 11 | Uniforme | Generales | 0,000 | 0,000 | -3,832 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 12 | Uniforme | Generales | 0,000 | 0,000 | -3,940 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 13 | Uniforme | Generales | 0,000 | 0,000 | -3,772 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 14 | Uniforme | Generales | 0,000 | 0,000 | -1,794 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 14 | Uniforme | Generales | 0,578 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 15 | Uniforme | Generales | -0,128 | 1,016 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 15 | Parcial uniforme | Generales | -0,177 | 1,404 | 0,000 | 0,00 | 1,50 |
| 4 | 16 | Uniforme | Generales | -0,134 | 1,062 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 17 | Uniforme | Generales | -0,018 | -0,139 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 17 | Parcial uniforme | Generales | 0,033 | 0,261 | 0,000 | 0,00 | 1,50 |

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

**CARGAS EN BARRAS. (kN y mkN)**

| Hip. | Barra | Tipo | Ejes | Carga X | Carga Y | Carga Z | Dist.(m.) | L.Aplic.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 18 | Uniforme | Generales | -0,017 | -0,132 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 19 | Uniforme | Generales | 3,227 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 20 | Uniforme | Generales | 1,445 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 21 | Uniforme | Generales | -0,320 | 2,541 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 21 | Parcial uniforme | Generales | -0,442 | 3,510 | 0,000 | 0,00 | 1,50 |
| 4 | 22 | Uniforme | Generales | -0,334 | 2,656 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 23 | Uniforme | Generales | -0,044 | -0,348 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 23 | Parcial uniforme | Generales | 0,082 | 0,653 | 0,000 | 0,00 | 1,50 |
| 4 | 24 | Uniforme | Generales | -0,042 | -0,330 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 25 | Uniforme | Generales | 3,227 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 26 | Uniforme | Generales | 1,445 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 27 | Uniforme | Generales | -0,320 | 2,541 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 27 | Parcial uniforme | Generales | -0,442 | 3,510 | 0,000 | 0,00 | 1,50 |
| 4 | 28 | Uniforme | Generales | -0,334 | 2,656 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 29 | Uniforme | Generales | -0,044 | -0,348 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 29 | Parcial uniforme | Generales | 0,082 | 0,653 | 0,000 | 0,00 | 1,50 |
| 4 | 30 | Uniforme | Generales | -0,042 | -0,330 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 31 | Uniforme | Generales | 3,227 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 32 | Uniforme | Generales | 1,445 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 33 | Uniforme | Generales | -0,320 | 2,541 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 33 | Parcial uniforme | Generales | -0,442 | 3,510 | 0,000 | 0,00 | 1,50 |
| 4 | 34 | Uniforme | Generales | -0,334 | 2,656 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 35 | Uniforme | Generales | -0,044 | -0,348 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 35 | Parcial uniforme | Generales | 0,082 | 0,653 | 0,000 | 0,00 | 1,50 |
| 4 | 36 | Uniforme | Generales | -0,042 | -0,330 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 37 | Uniforme | Generales | 3,227 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 38 | Uniforme | Generales | 1,445 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 39 | Uniforme | Generales | -0,320 | 2,541 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 39 | Parcial uniforme | Generales | -0,442 | 3,510 | 0,000 | 0,00 | 1,50 |
| 4 | 40 | Uniforme | Generales | -0,334 | 2,656 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 41 | Uniforme | Generales | -0,044 | -0,348 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 41 | Parcial uniforme | Generales | 0,082 | 0,653 | 0,000 | 0,00 | 1,50 |
| 4 | 42 | Uniforme | Generales | -0,042 | -0,330 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 43 | Uniforme | Generales | 3,227 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 44 | Uniforme | Generales | 1,445 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 45 | Uniforme | Generales | -0,320 | 2,541 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 45 | Parcial uniforme | Generales | -0,442 | 3,510 | 0,000 | 0,00 | 1,50 |
| 4 | 46 | Uniforme | Generales | -0,334 | 2,656 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 47 | Uniforme | Generales | -0,044 | -0,348 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 47 | Parcial uniforme | Generales | 0,082 | 0,653 | 0,000 | 0,00 | 1,50 |

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

**CARGAS EN BARRAS. (kN y mkN)**

| Hip. | Barra | Tipo | Ejes | Carga X | Carga Y | Carga Z | Dist.(m.) | L.Aplic.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 48 | Uniforme | Generales | -0,042 | -0,330 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 49 | Uniforme | Generales | 3,227 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 50 | Uniforme | Generales | 1,445 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 51 | Uniforme | Generales | -0,320 | 2,541 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 51 | Parcial uniforme | Generales | -0,442 | 3,510 | 0,000 | 0,00 | 1,50 |
| 4 | 52 | Uniforme | Generales | -0,334 | 2,656 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 53 | Uniforme | Generales | -0,044 | -0,348 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 53 | Parcial uniforme | Generales | 0,082 | 0,653 | 0,000 | 0,00 | 1,50 |
| 4 | 54 | Uniforme | Generales | -0,042 | -0,330 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 55 | Uniforme | Generales | 3,227 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 56 | Uniforme | Generales | 1,445 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 57 | Uniforme | Generales | -0,320 | 2,541 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 57 | Parcial uniforme | Generales | -0,442 | 3,510 | 0,000 | 0,00 | 1,50 |
| 4 | 58 | Uniforme | Generales | -0,334 | 2,656 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 59 | Uniforme | Generales | -0,044 | -0,348 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 59 | Parcial uniforme | Generales | 0,082 | 0,653 | 0,000 | 0,00 | 1,50 |
| 4 | 60 | Uniforme | Generales | -0,042 | -0,330 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 61 | Uniforme | Generales | 3,227 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 62 | Uniforme | Generales | 1,445 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 63 | Uniforme | Generales | -0,320 | 2,541 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 63 | Parcial uniforme | Generales | -0,442 | 3,510 | 0,000 | 0,00 | 1,50 |
| 4 | 64 | Uniforme | Generales | -0,334 | 2,656 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 65 | Uniforme | Generales | -0,044 | -0,348 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 65 | Parcial uniforme | Generales | 0,082 | 0,653 | 0,000 | 0,00 | 1,50 |
| 4 | 66 | Uniforme | Generales | -0,042 | -0,330 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 1 | Uniforme | Generales | 0,000 | 0,000 | -2,189 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 1 | Uniforme | Generales | 1,291 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 2 | Uniforme | Generales | 0,000 | 0,000 | -3,832 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 3 | Uniforme | Generales | 0,000 | 0,000 | -3,940 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 4 | Uniforme | Generales | 0,000 | 0,000 | -3,772 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 5 | Uniforme | Generales | 0,000 | 0,000 | -1,794 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 5 | Uniforme | Generales | 0,578 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 6 | Uniforme | Generales | 0,010 | -0,084 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 7 | Uniforme | Generales | 0,011 | -0,087 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 8 | Uniforme | Generales | 0,118 | 0,939 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 9 | Uniforme | Generales | 0,113 | 0,898 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 10 | Uniforme | Generales | 0,000 | 0,000 | -2,189 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 10 | Uniforme | Generales | 1,291 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 11 | Uniforme | Generales | 0,000 | 0,000 | -3,832 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 12 | Uniforme | Generales | 0,000 | 0,000 | -3,940 | 0,00 | 0,00 |

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

**CARGAS EN BARRAS. (kN y mkN)**

| Hip. | Barra | Tipo | Ejes | Carga X | Carga Y | Carga Z | Dist.(m.) | L.Aplic.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 13 | Uniforme | Generales | 0,000 | 0,000 | -3,772 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 14 | Uniforme | Generales | 0,578 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 14 | Uniforme | Generales | 0,000 | 0,000 | -1,794 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 15 | Uniforme | Generales | 0,010 | -0,084 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 16 | Uniforme | Generales | 0,011 | -0,087 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 17 | Uniforme | Generales | 0,118 | 0,939 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 18 | Uniforme | Generales | 0,113 | 0,898 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 19 | Uniforme | Generales | 3,227 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 20 | Uniforme | Generales | 1,445 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 21 | Uniforme | Generales | 0,026 | -0,209 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 22 | Uniforme | Generales | 0,027 | -0,218 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 23 | Uniforme | Generales | 0,296 | 2,348 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 24 | Uniforme | Generales | 0,283 | 2,245 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 25 | Uniforme | Generales | 3,227 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 26 | Uniforme | Generales | 1,445 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 27 | Uniforme | Generales | 0,026 | -0,209 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 28 | Uniforme | Generales | 0,027 | -0,218 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 29 | Uniforme | Generales | 0,296 | 2,348 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 30 | Uniforme | Generales | 0,283 | 2,245 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 31 | Uniforme | Generales | 3,227 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 32 | Uniforme | Generales | 1,445 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 33 | Uniforme | Generales | 0,026 | -0,209 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 34 | Uniforme | Generales | 0,027 | -0,218 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 35 | Uniforme | Generales | 0,296 | 2,348 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 36 | Uniforme | Generales | 0,283 | 2,245 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 37 | Uniforme | Generales | 3,227 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 38 | Uniforme | Generales | 1,445 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 39 | Uniforme | Generales | 0,026 | -0,209 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 40 | Uniforme | Generales | 0,027 | -0,218 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 41 | Uniforme | Generales | 0,296 | 2,348 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 42 | Uniforme | Generales | 0,283 | 2,245 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 43 | Uniforme | Generales | 3,227 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 44 | Uniforme | Generales | 1,445 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 45 | Uniforme | Generales | 0,026 | -0,209 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 46 | Uniforme | Generales | 0,027 | -0,218 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 47 | Uniforme | Generales | 0,296 | 2,348 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 48 | Uniforme | Generales | 0,283 | 2,245 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 49 | Uniforme | Generales | 3,227 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 50 | Uniforme | Generales | 1,445 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 51 | Uniforme | Generales | 0,026 | -0,209 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

**CARGAS EN BARRAS. (kN y mkN)**

| Hip. | Barra | Tipo | Ejes | Carga X | Carga Y | Carga Z | Dist.(m.) | L.Aplic.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 52 | Uniforme | Generales | 0,027 | -0,218 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 53 | Uniforme | Generales | 0,296 | 2,348 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 54 | Uniforme | Generales | 0,283 | 2,245 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 55 | Uniforme | Generales | 3,227 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 56 | Uniforme | Generales | 1,445 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 57 | Uniforme | Generales | 0,026 | -0,209 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 58 | Uniforme | Generales | 0,027 | -0,218 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 59 | Uniforme | Generales | 0,296 | 2,348 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 60 | Uniforme | Generales | 0,283 | 2,245 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 61 | Uniforme | Generales | 3,227 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 62 | Uniforme | Generales | 1,445 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 63 | Uniforme | Generales | 0,026 | -0,209 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 64 | Uniforme | Generales | 0,027 | -0,218 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 65 | Uniforme | Generales | 0,296 | 2,348 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 66 | Uniforme | Generales | 0,283 | 2,245 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 1 | Uniforme | Generales | -1,457 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 5 | Uniforme | Generales | 1,457 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 6 | Uniforme | Generales | -0,173 | 1,372 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 7 | Uniforme | Generales | -0,180 | 1,434 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 8 | Uniforme | Generales | 0,182 | 1,444 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 9 | Uniforme | Generales | 0,174 | 1,382 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 10 | Uniforme | Generales | -1,457 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 14 | Uniforme | Generales | 1,457 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 15 | Uniforme | Generales | -0,173 | 1,372 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 16 | Uniforme | Generales | -0,180 | 1,434 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 17 | Uniforme | Generales | 0,182 | 1,444 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 18 | Uniforme | Generales | 0,174 | 1,382 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 19 | Uniforme | Generales | -3,643 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 20 | Uniforme | Generales | 3,643 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 21 | Uniforme | Generales | -0,433 | 3,431 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 22 | Uniforme | Generales | -0,451 | 3,585 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 23 | Uniforme | Generales | 0,454 | 3,610 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 24 | Uniforme | Generales | 0,436 | 3,455 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 25 | Uniforme | Generales | -3,643 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 26 | Uniforme | Generales | 3,643 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 27 | Uniforme | Generales | -0,433 | 3,431 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 28 | Uniforme | Generales | -0,451 | 3,585 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 29 | Uniforme | Generales | 0,454 | 3,610 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 30 | Uniforme | Generales | 0,436 | 3,455 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 31 | Uniforme | Generales | -3,643 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |

## Proyecto : NAVE BOMBONES
## Estructura : NAVE 4

**CARGAS EN BARRAS.** **(kN y mkN)**

| Hip. | Barra | Tipo | Ejes | Carga X | Carga Y | Carga Z | Dist.(m.) | L.Aplic.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | 32 | Uniforme | Generales | 3,643 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 33 | Uniforme | Generales | -0,433 | 3,431 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 34 | Uniforme | Generales | -0,451 | 3,585 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 35 | Uniforme | Generales | 0,454 | 3,610 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 36 | Uniforme | Generales | 0,436 | 3,455 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 37 | Uniforme | Generales | -3,643 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 38 | Uniforme | Generales | 3,643 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 39 | Uniforme | Generales | -0,433 | 3,431 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 40 | Uniforme | Generales | -0,451 | 3,585 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 41 | Uniforme | Generales | 0,454 | 3,610 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 42 | Uniforme | Generales | 0,436 | 3,455 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 43 | Uniforme | Generales | -3,643 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 44 | Uniforme | Generales | 3,643 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 45 | Uniforme | Generales | -0,433 | 3,431 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 46 | Uniforme | Generales | -0,451 | 3,585 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 47 | Uniforme | Generales | 0,454 | 3,610 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 48 | Uniforme | Generales | 0,436 | 3,455 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 49 | Uniforme | Generales | -3,643 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 50 | Uniforme | Generales | 3,643 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 51 | Uniforme | Generales | -0,433 | 3,431 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 52 | Uniforme | Generales | -0,451 | 3,585 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 53 | Uniforme | Generales | 0,454 | 3,610 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 54 | Uniforme | Generales | 0,436 | 3,455 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 55 | Uniforme | Generales | -3,643 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 56 | Uniforme | Generales | 3,643 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 57 | Uniforme | Generales | -0,433 | 3,431 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 58 | Uniforme | Generales | -0,451 | 3,585 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 59 | Uniforme | Generales | 0,454 | 3,610 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 60 | Uniforme | Generales | 0,436 | 3,455 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 61 | Uniforme | Generales | -3,643 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 62 | Uniforme | Generales | 3,643 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 63 | Uniforme | Generales | -0,433 | 3,431 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 64 | Uniforme | Generales | -0,451 | 3,585 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 65 | Uniforme | Generales | 0,454 | 3,610 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 66 | Uniforme | Generales | 0,436 | 3,455 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |

p.p. : Son las cargas debidas al peso propio generadas internamente por el programa.

**Proyecto : NAVE BOMBONES**
**Estructura : NAVE 4**

**COMBINACION DE HIPOTESIS.**

| VALOR | HIPOTESIS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| COMBINACION | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 1,35 | | | | | |
| 2 | 1,35 | 1,50 | | | | |
| 3 | 1,35 | | 1,50 | | | |
| 4 | 1,35 | | | 1,50 | | |
| 5 | 1,35 | | | | 1,50 | |
| 6 | 1,35 | | | | | 1,50 |
| 7 | 1,35 | | 1,50 | 0,90 | | |
| 8 | 1,35 | | 1,50 | | 0,90 | |
| 9 | 1,35 | | 1,50 | | | 0,90 |
| 10 | 1,35 | | 0,75 | 1,50 | | |
| 11 | 1,35 | | 0,75 | | 1,50 | |
| 12 | 1,35 | | 0,75 | | | 1,50 |
| 13 | 0,80 | | | 1,50 | | |
| 14 | 0,80 | | | | 1,50 | |
| 15 | 0,80 | | | | | 1,50 |

## Proyecto : NAVE BOMBONES
## Estructura : NAVE 4
### DATOS DE PLACAS DE ANCLAJE y ZAPATAS.

DATOS GENERALES

| | | |
|---|---|---|
| HORMIGON | : Resistencia característica (N/mm².) | : 25 |
| HORMIGON | : Coeficiente de minoración çc | : 1,5 |
| ACERO PLACA | : Calidad | : Acero S-275 |
| ACERO ANCLAJE | : Calidad | : Acero B-500-S |
| ACERO ARMADURA | : Calidad | : Acero B-500-S |
| ACERO | : Coeficiente de minoración çs | : 1,15 |
| TERRENO | : Tensión admisible (N/mm²) | : 0,2 |
| TERRENO | : Coeficiente de rozamiento zapata terreno .... | : 0,5 |
| ACCIONES | : Coeficiente de mayoración çf | : 1,5 |
| VUELCO | : Coeficiente de seguridad | : 1,5 |
| DESLIZAMIENTO | : Coeficiente de seguridad | : 1,5 |
| PRECIO | : Excavación (Euros/m3) | : 12 |
| PRECIO | : Hormigón (Euros/m3.) | : 70 |
| PRECIO | : Acero (Euros/kg.) | : 1,7 |
| PRECIO | : Pórtico metálico (Euros/kg.) | : 2,2 |

| LZX | LZY | Hz | HT(m.) | δ(DEP/A) | F(kN.) | DF(m.) | Nudo |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2,1 | 2 | 1 | 0 | | 0 | 0 | 15 |
| 2,4 | 2,2 | 0,4 | 0 | | 0 | 0 | 14 |
| 2,4 | 2,2 | 0,4 | 0 | | 0 | 0 | 12 |
| 4,1 | 2 | 1,1 | 0 | | 0 | 0 | 71 |
| 4,1 | 2 | 1,1 | 0 | | 0 | 0 | 64 |
| 4,1 | 2 | 1,1 | 0 | | 0 | 0 | 57 |
| 4,1 | 2 | 1,1 | 0 | | 0 | 0 | 50 |
| 4,1 | 2 | 1,1 | 0 | | 0 | 0 | 43 |
| 4,1 | 2 | 1,1 | 0 | | 0 | 0 | 36 |
| 4,1 | 2 | 1,1 | 0 | | 0 | 0 | 29 |
| 4,1 | 2 | 1,1 | 0 | | 0 | 0 | 22 |
| 2,1 | 2 | 1 | 0 | | 0 | 0 | 5 |
| 2,4 | 2,2 | 0,4 | 0 | | 0 | 0 | 4 |
| 2,4 | 2,2 | 0,4 | 0 | | 0 | 0 | 3 |
| 4,1 | 2 | 1,1 | 0 | | 0 | 0 | 21 |
| 4,1 | 2 | 1,1 | 0 | | 0 | 0 | 28 |
| 4,1 | 2 | 1,1 | 0 | | 0 | 0 | 35 |
| 4,1 | 2 | 1,1 | 0 | | 0 | 0 | 42 |
| 4,1 | 2 | 1,1 | 0 | | 0 | 0 | 49 |
| 4,1 | 2 | 1,1 | 0 | | 0 | 0 | 56 |
| 4,1 | 2 | 1,1 | 0 | | 0 | 0 | 63 |
| 4,1 | 2 | 1,1 | 0 | | 0 | 0 | 70 |

| N.GRU | A/B-max | H-min | HT(m.) | δ(DEP/A) | F(kN.) | DF(m.) | Nudo |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 1 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 13 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 11 |
| 2 | 2 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 2 |

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

**DATOS DE PLACAS DE ANCLAJE y ZAPATAS.**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

**Nudo : 1**

| Clase | Combinación | Desp. X | Desp. Y | Desp. Z | Giro X | Giro Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 2**

| Clase | Combinación | Desp. X | Desp. Y | Desp. Z | Giro X | Giro Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 3**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 4**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 5**

| Clase | Combinación | Desp. X | Desp. Y | Desp. Z | Giro X | Giro Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 6**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | -0,17 | -0,07 | -0,29 | 0,01 | -0,03 | -0,08 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | -0,11 | -0,05 | -0,20 | 0,01 | -0,02 | -0,09 |
| *Cálculo* | **2** | -0,34 | -0,14 | -0,57 | 0,01 | -0,06 | -0,21 |
| *Integridad* | | -0,12 | -0,04 | -0,19 | 0,00 | -0,02 | -0,12 |
| *Confort* | | -0,12 | -0,04 | -0,19 | 0,00 | -0,02 | -0,12 |
| *Apariencia* | | -0,11 | -0,05 | -0,20 | 0,01 | -0,02 | -0,09 |
| *Cálculo* | **3** | -0,75 | -0,30 | -1,27 | 0,01 | -0,15 | -0,53 |
| *Integridad* | | -0,40 | -0,15 | -0,65 | 0,00 | -0,07 | -0,42 |
| *Confort* | | -0,40 | -0,15 | -0,65 | 0,00 | -0,07 | -0,42 |
| *Apariencia* | | -0,11 | -0,05 | -0,20 | 0,01 | -0,02 | -0,09 |
| *Cálculo* | **4** | 0,00 | -0,30 | -2,52 | 0,16 | 0,00 | 0,29 |
| *Integridad* | | 0,26 | -0,13 | -1,30 | 0,08 | 0,02 | 0,35 |
| *Confort* | | 0,26 | -0,13 | -1,30 | 0,08 | 0,02 | 0,35 |
| *Apariencia* | | -0,11 | -0,05 | -0,20 | 0,01 | -0,02 | -0,09 |
| *Cálculo* | **5** | 5,93 | -0,39 | -2,58 | 0,16 | -0,01 | 0,05 |
| *Integridad* | | 4,65 | -0,19 | -1,31 | 0,08 | 0,01 | 0,16 |
| *Confort* | | 4,65 | -0,19 | -1,31 | 0,08 | 0,01 | 0,16 |
| *Apariencia* | | -0,11 | -0,05 | -0,20 | 0,01 | -0,02 | -0,09 |
| *Cálculo* | **6** | 0,11 | 0,02 | 0,15 | 0,01 | 0,01 | -0,09 |
| *Integridad* | | 0,42 | 0,04 | 0,39 | 0,00 | 0,02 | -0,01 |
| *Confort* | | 0,42 | 0,04 | 0,39 | 0,00 | 0,02 | -0,01 |
| *Apariencia* | | -0,11 | -0,05 | -0,20 | 0,01 | -0,02 | -0,09 |
| *Cálculo* | **7** | -0,64 | -0,47 | -2,89 | 0,10 | -0,14 | -0,31 |
| *Integridad* | | -0,24 | -0,23 | -1,43 | 0,05 | -0,06 | -0,21 |
| *Confort* | | -0,24 | -0,23 | -1,43 | 0,05 | -0,06 | -0,21 |
| *Apariencia* | | -0,11 | -0,05 | -0,20 | 0,01 | -0,02 | -0,09 |
| *Cálculo* | **8** | 2,96 | -0,52 | -2,92 | 0,10 | -0,14 | -0,45 |
| *Integridad* | | 2,39 | -0,26 | -1,44 | 0,05 | -0,06 | -0,33 |
| *Confort* | | 2,39 | -0,26 | -1,44 | 0,05 | -0,06 | -0,33 |
| *Apariencia* | | -0,11 | -0,05 | -0,20 | 0,01 | -0,02 | -0,09 |
| *Cálculo* | **9** | -0,73 | -0,24 | -1,04 | 0,01 | -0,12 | -0,54 |
| *Integridad* | | -0,15 | -0,12 | -0,42 | 0,00 | -0,06 | -0,43 |
| *Confort* | | -0,15 | -0,12 | -0,42 | 0,00 | -0,06 | -0,43 |
| *Apariencia* | | -0,11 | -0,05 | -0,20 | 0,01 | -0,02 | -0,09 |
| *Cálculo* | **10** | -0,28 | -0,42 | -3,08 | 0,16 | -0,06 | 0,07 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,07 | -0,21 | -1,63 | 0,08 | -0,02 | 0,14 |
| *Confort* | | 0,07 | -0,21 | -1,63 | 0,08 | -0,02 | 0,14 |
| *Apariencia* | | -0,11 | -0,05 | -0,20 | 0,01 | -0,02 | -0,09 |
| *Cálculo* | **11** | 5,68 | -0,52 | -3,14 | 0,16 | -0,07 | -0,17 |
| *Integridad* | | 4,45 | -0,26 | -1,64 | 0,08 | -0,02 | -0,05 |
| *Confort* | | 4,45 | -0,26 | -1,64 | 0,08 | -0,02 | -0,05 |
| *Apariencia* | | -0,11 | -0,05 | -0,20 | 0,01 | -0,02 | -0,09 |
| *Cálculo* | **12** | -0,40 | -0,08 | -0,38 | 0,01 | -0,04 | -0,32 |
| *Integridad* | | 0,22 | -0,03 | 0,06 | 0,00 | -0,02 | -0,22 |
| *Confort* | | 0,22 | -0,03 | 0,06 | 0,00 | -0,02 | -0,22 |
| *Apariencia* | | -0,11 | -0,05 | -0,20 | 0,01 | -0,02 | -0,09 |
| *Cálculo* | **13** | 0,06 | -0,27 | -2,37 | 0,15 | 0,01 | 0,32 |
| *Integridad* | | 0,26 | -0,13 | -1,30 | 0,08 | 0,02 | 0,35 |
| *Confort* | | 0,26 | -0,13 | -1,30 | 0,08 | 0,02 | 0,35 |
| *Apariencia* | | -0,11 | -0,05 | -0,20 | 0,01 | -0,02 | -0,09 |
| *Cálculo* | **14** | 5,98 | -0,36 | -2,40 | 0,15 | 0,01 | 0,09 |
| *Integridad* | | 4,65 | -0,19 | -1,31 | 0,08 | 0,01 | 0,16 |
| *Confort* | | 4,65 | -0,19 | -1,31 | 0,08 | 0,01 | 0,16 |
| *Apariencia* | | -0,11 | -0,05 | -0,20 | 0,01 | -0,02 | -0,09 |
| *Cálculo* | **15** | 0,36 | 0,04 | 0,28 | 0,01 | 0,02 | -0,06 |
| *Integridad* | | 0,42 | 0,04 | 0,39 | 0,00 | 0,02 | -0,01 |
| *Confort* | | 0,42 | 0,04 | 0,39 | 0,00 | 0,02 | -0,01 |
| *Apariencia* | | -0,11 | -0,05 | -0,20 | 0,01 | -0,02 | -0,09 |

**Nudo : 7**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | -0,17 | -0,04 | 0,18 | 0,11 | 0,00 | 0,01 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | -0,12 | -0,03 | 0,12 | 0,04 | 0,00 | 0,01 |
| *Cálculo* | **2** | -0,36 | -0,07 | 0,41 | 0,22 | 0,00 | 0,01 |
| *Integridad* | | -0,12 | -0,02 | 0,11 | 0,03 | 0,00 | 0,01 |
| *Confort* | | -0,12 | -0,02 | 0,11 | 0,03 | 0,00 | 0,01 |
| *Apariencia* | | -0,12 | -0,03 | 0,12 | 0,04 | 0,00 | 0,01 |
| *Cálculo* | **3** | -0,79 | -0,15 | 1,26 | 0,52 | -0,01 | 0,03 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | -0,41 | -0,08 | 0,38 | 0,12 | -0,01 | 0,04 |
| *Confort* | | -0,41 | -0,08 | 0,38 | 0,12 | -0,01 | 0,04 |
| *Apariencia* | | -0,12 | -0,03 | 0,12 | 0,04 | 0,00 | 0,01 |
| *Cálculo* | **4** | -0,09 | 0,00 | -5,22 | 0,11 | 0,02 | -0,01 |
| *Integridad* | | 0,21 | 0,03 | -3,21 | -0,03 | 0,01 | -0,03 |
| *Confort* | | 0,21 | 0,03 | -3,21 | -0,03 | 0,01 | -0,03 |
| *Apariencia* | | -0,12 | -0,03 | 0,12 | 0,04 | 0,00 | 0,01 |
| *Cálculo* | **5** | 5,83 | -0,07 | -5,16 | 0,19 | 0,04 | -0,11 |
| *Integridad* | | 4,59 | -0,02 | -2,93 | 0,00 | 0,02 | -0,09 |
| *Confort* | | 4,59 | -0,02 | -2,93 | 0,00 | 0,02 | -0,09 |
| *Apariencia* | | -0,12 | -0,03 | 0,12 | 0,04 | 0,00 | 0,01 |
| *Cálculo* | **6** | 0,09 | 0,01 | 0,02 | -0,03 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,32 | 0,03 | -0,07 | -0,04 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,32 | 0,03 | -0,07 | -0,04 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | -0,12 | -0,03 | 0,12 | 0,04 | 0,00 | 0,01 |
| *Cálculo* | **7** | -0,73 | -0,13 | -2,31 | 0,51 | 0,00 | 0,02 |
| *Integridad* | | -0,28 | -0,06 | -1,55 | 0,10 | 0,00 | 0,02 |
| *Confort* | | -0,28 | -0,06 | -1,55 | 0,10 | 0,00 | 0,02 |
| *Apariencia* | | -0,12 | -0,03 | 0,12 | 0,04 | 0,00 | 0,01 |
| *Cálculo* | **8** | 2,86 | -0,17 | -2,26 | 0,56 | 0,02 | -0,04 |
| *Integridad* | | 2,34 | -0,09 | -1,38 | 0,11 | 0,00 | -0,01 |
| *Confort* | | 2,34 | -0,09 | -1,38 | 0,11 | 0,00 | -0,01 |
| *Apariencia* | | -0,12 | -0,03 | 0,12 | 0,04 | 0,00 | 0,01 |
| *Cálculo* | **9** | -0,71 | -0,13 | 0,93 | 0,42 | -0,01 | 0,03 |
| *Integridad* | | -0,22 | -0,06 | 0,34 | 0,09 | -0,01 | 0,04 |
| *Confort* | | -0,22 | -0,06 | 0,34 | 0,09 | -0,01 | 0,04 |
| *Apariencia* | | -0,12 | -0,03 | 0,12 | 0,04 | 0,00 | 0,01 |
| *Cálculo* | **10** | -0,39 | -0,06 | -4,70 | 0,31 | 0,01 | 0,01 |
| *Integridad* | | 0,00 | -0,01 | -3,02 | 0,02 | 0,01 | -0,01 |
| *Confort* | | 0,00 | -0,01 | -3,02 | 0,02 | 0,01 | -0,01 |
| *Apariencia* | | -0,12 | -0,03 | 0,12 | 0,04 | 0,00 | 0,01 |
| *Cálculo* | **11** | 5,56 | -0,13 | -4,66 | 0,39 | 0,04 | -0,10 |
| *Integridad* | | 4,38 | -0,06 | -2,74 | 0,05 | 0,02 | -0,07 |
| *Confort* | | 4,38 | -0,06 | -2,74 | 0,05 | 0,02 | -0,07 |
| *Apariencia* | | -0,12 | -0,03 | 0,12 | 0,04 | 0,00 | 0,01 |
| *Cálculo* | **12** | -0,33 | -0,05 | 0,25 | 0,15 | 0,00 | 0,02 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,12 | -0,01 | 0,12 | 0,02 | 0,00 | 0,02 |
| *Confort* | | 0,12 | -0,01 | 0,12 | 0,02 | 0,00 | 0,02 |
| *Apariencia* | | -0,12 | -0,03 | 0,12 | 0,04 | 0,00 | 0,01 |
| *Cálculo* | **13** | -0,02 | 0,02 | -5,26 | 0,07 | 0,02 | -0,01 |
| *Integridad* | | 0,21 | 0,03 | -3,21 | -0,03 | 0,01 | -0,03 |
| *Confort* | | 0,21 | 0,03 | -3,21 | -0,03 | 0,01 | -0,03 |
| *Apariencia* | | -0,12 | -0,03 | 0,12 | 0,04 | 0,00 | 0,01 |
| *Cálculo* | **14** | 5,89 | -0,06 | -5,14 | 0,15 | 0,04 | -0,12 |
| *Integridad* | | 4,59 | -0,02 | -2,93 | 0,00 | 0,02 | -0,09 |
| *Confort* | | 4,59 | -0,02 | -2,93 | 0,00 | 0,02 | -0,09 |
| *Apariencia* | | -0,12 | -0,03 | 0,12 | 0,04 | 0,00 | 0,01 |
| *Cálculo* | **15** | 0,25 | 0,02 | 0,06 | -0,08 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,32 | 0,03 | -0,07 | -0,04 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,32 | 0,03 | -0,07 | -0,04 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | -0,12 | -0,03 | 0,12 | 0,04 | 0,00 | 0,01 |

**Nudo : 8**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,10 | -0,15 | 1,01 | 0,30 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -0,11 | 0,70 | 0,16 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,19 | -0,29 | 2,18 | 0,60 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,06 | -0,10 | 0,65 | 0,14 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,06 | -0,10 | 0,65 | 0,14 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -0,11 | 0,70 | 0,16 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,42 | -0,60 | 5,71 | 0,60 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,22 | -0,33 | 2,23 | 0,48 | 0,01 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,22 | -0,33 | 2,23 | 0,48 | 0,01 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -0,11 | 0,70 | 0,16 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | 0,42 | -0,12 | -6,03 | 0,47 | -0,01 | -0,07 |
| *Integridad* | | 0,31 | 0,03 | -4,25 | 0,06 | -0,01 | -0,06 |
| *Confort* | | 0,31 | 0,03 | -4,25 | 0,06 | -0,01 | -0,06 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -0,11 | 0,70 | 0,16 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 6,34 | -0,16 | -5,85 | 0,49 | -0,02 | 0,02 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 4,67 | 0,00 | -3,94 | 0,07 | -0,01 | 0,06 |
| *Confort* | | 4,67 | 0,00 | -3,94 | 0,07 | -0,01 | 0,06 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -0,11 | 0,70 | 0,16 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | -0,01 | 0,05 | -0,27 | -0,09 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | -0,08 | 0,15 | -1,02 | -0,17 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | -0,08 | 0,15 | -1,02 | -0,17 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -0,11 | 0,70 | 0,16 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | 0,62 | -0,59 | 1,13 | 1,31 | 0,00 | -0,04 |
| *Integridad* | | 0,41 | -0,32 | -0,32 | 0,51 | 0,00 | -0,04 |
| *Confort* | | 0,41 | -0,32 | -0,32 | 0,51 | 0,00 | -0,04 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -0,11 | 0,70 | 0,16 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 4,21 | -0,61 | 1,20 | 1,32 | 0,00 | 0,01 |
| *Integridad* | | 3,03 | -0,33 | -0,14 | 0,52 | 0,00 | 0,04 |
| *Confort* | | 3,03 | -0,33 | -0,14 | 0,52 | 0,00 | 0,04 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -0,11 | 0,70 | 0,16 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,35 | -0,50 | 4,47 | 0,49 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,18 | -0,25 | 1,62 | 0,38 | 0,01 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,18 | -0,25 | 1,62 | 0,38 | 0,01 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -0,11 | 0,70 | 0,16 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | 0,57 | -0,35 | -3,77 | 0,99 | -0,01 | -0,07 |
| *Integridad* | | 0,42 | -0,14 | -3,14 | 0,30 | 0,00 | -0,06 |
| *Confort* | | 0,42 | -0,14 | -3,14 | 0,30 | 0,00 | -0,06 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -0,11 | 0,70 | 0,16 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 6,52 | -0,40 | -3,69 | 1,02 | -0,01 | 0,02 |
| *Integridad* | | 4,78 | -0,17 | -2,83 | 0,31 | 0,00 | 0,06 |
| *Confort* | | 4,78 | -0,17 | -2,83 | 0,31 | 0,00 | 0,06 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -0,11 | 0,70 | 0,16 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,15 | -0,20 | 1,44 | 0,41 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,03 | -0,02 | 0,09 | 0,07 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,03 | -0,02 | 0,09 | 0,07 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -0,11 | 0,70 | 0,16 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | 0,37 | -0,06 | -6,48 | 0,34 | -0,01 | -0,07 |
| *Integridad* | | 0,31 | 0,03 | -4,25 | 0,06 | -0,01 | -0,06 |
| *Confort* | | 0,31 | 0,03 | -4,25 | 0,06 | -0,01 | -0,06 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -0,11 | 0,70 | 0,16 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 6,27 | -0,11 | -6,70 | 0,36 | -0,02 | 0,02 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 4,67 | 0,00 | -3,94 | 0,07 | -0,01 | 0,06 |
| *Confort* | | 4,67 | 0,00 | -3,94 | 0,07 | -0,01 | 0,06 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -0,11 | 0,70 | 0,16 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | -0,05 | 0,10 | -0,52 | -0,22 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | -0,08 | 0,15 | -1,02 | -0,17 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | -0,08 | 0,15 | -1,02 | -0,17 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -0,11 | 0,70 | 0,16 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 9**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,37 | -0,04 | 0,18 | 0,11 | 0,01 | -0,01 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,28 | -0,03 | 0,12 | 0,04 | 0,01 | -0,01 |
| *Cálculo* | **2** | 0,73 | -0,08 | 0,41 | 0,22 | 0,02 | -0,02 |
| *Integridad* | | 0,25 | -0,03 | 0,11 | 0,03 | 0,01 | -0,01 |
| *Confort* | | 0,25 | -0,03 | 0,11 | 0,03 | 0,01 | -0,01 |
| *Apariencia* | | 0,28 | -0,03 | 0,12 | 0,04 | 0,01 | -0,01 |
| *Cálculo* | **3** | 1,63 | -0,17 | 1,26 | 0,52 | 0,07 | -0,05 |
| *Integridad* | | 0,86 | -0,09 | 0,38 | 0,12 | 0,04 | -0,05 |
| *Confort* | | 0,86 | -0,09 | 0,38 | 0,12 | 0,04 | -0,05 |
| *Apariencia* | | 0,28 | -0,03 | 0,12 | 0,04 | 0,01 | -0,01 |
| *Cálculo* | **4** | 0,93 | -0,05 | -5,03 | 0,17 | -0,03 | -0,02 |
| *Integridad* | | 0,42 | 0,00 | -3,15 | -0,02 | -0,02 | -0,01 |
| *Confort* | | 0,42 | 0,00 | -3,15 | -0,02 | -0,02 | -0,01 |
| *Apariencia* | | 0,28 | -0,03 | 0,12 | 0,04 | 0,01 | -0,01 |
| *Cálculo* | **5** | 6,87 | -0,05 | -5,03 | 0,11 | -0,02 | -0,13 |
| *Integridad* | | 4,78 | 0,00 | -3,03 | -0,03 | -0,01 | -0,08 |
| *Confort* | | 4,78 | 0,00 | -3,03 | -0,03 | -0,01 | -0,08 |
| *Apariencia* | | 0,28 | -0,03 | 0,12 | 0,04 | 0,01 | -0,01 |
| *Cálculo* | **6** | -0,11 | 0,01 | 0,02 | -0,03 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | -0,48 | 0,03 | -0,07 | -0,04 | -0,01 | 0,00 |
| *Confort* | | -0,48 | 0,03 | -0,07 | -0,04 | -0,01 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,28 | -0,03 | 0,12 | 0,04 | 0,01 | -0,01 |
| *Cálculo* | **7** | 1,97 | -0,17 | -2,22 | 0,54 | 0,03 | -0,06 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 1,11 | -0,09 | -1,51 | 0,11 | 0,03 | -0,05 |
| *Confort* | | 1,11 | -0,09 | -1,51 | 0,11 | 0,03 | -0,05 |
| *Apariencia* | | 0,28 | -0,03 | 0,12 | 0,04 | 0,01 | -0,01 |
| *Cálculo* | **8** | 5,58 | -0,17 | -2,23 | 0,50 | 0,04 | -0,12 |
| *Integridad* | | 3,73 | -0,09 | -1,44 | 0,09 | 0,03 | -0,09 |
| *Confort* | | 3,73 | -0,09 | -1,44 | 0,09 | 0,03 | -0,09 |
| *Apariencia* | | 0,28 | -0,03 | 0,12 | 0,04 | 0,01 | -0,01 |
| *Cálculo* | **9** | 1,41 | -0,14 | 0,93 | 0,42 | 0,05 | -0,05 |
| *Integridad* | | 0,57 | -0,07 | 0,34 | 0,09 | 0,03 | -0,04 |
| *Confort* | | 0,57 | -0,07 | 0,34 | 0,09 | 0,03 | -0,04 |
| *Apariencia* | | 0,28 | -0,03 | 0,12 | 0,04 | 0,01 | -0,01 |
| *Cálculo* | **10** | 1,54 | -0,11 | -4,61 | 0,36 | -0,01 | -0,04 |
| *Integridad* | | 0,84 | -0,05 | -2,96 | 0,04 | 0,00 | -0,03 |
| *Confort* | | 0,84 | -0,05 | -2,96 | 0,04 | 0,00 | -0,03 |
| *Apariencia* | | 0,28 | -0,03 | 0,12 | 0,04 | 0,01 | -0,01 |
| *Cálculo* | **11** | 7,51 | -0,11 | -4,64 | 0,30 | 0,01 | -0,15 |
| *Integridad* | | 5,21 | -0,04 | -2,84 | 0,02 | 0,01 | -0,10 |
| *Confort* | | 5,21 | -0,04 | -2,84 | 0,02 | 0,01 | -0,10 |
| *Apariencia* | | 0,28 | -0,03 | 0,12 | 0,04 | 0,01 | -0,01 |
| *Cálculo* | **12** | 0,62 | -0,05 | 0,25 | 0,15 | 0,01 | -0,02 |
| *Integridad* | | -0,05 | -0,01 | 0,12 | 0,02 | 0,01 | -0,02 |
| *Confort* | | -0,05 | -0,01 | 0,12 | 0,02 | 0,01 | -0,02 |
| *Apariencia* | | 0,28 | -0,03 | 0,12 | 0,04 | 0,01 | -0,01 |
| *Cálculo* | **13** | 0,78 | -0,03 | -5,20 | 0,12 | -0,04 | -0,02 |
| *Integridad* | | 0,42 | 0,00 | -3,15 | -0,02 | -0,02 | -0,01 |
| *Confort* | | 0,42 | 0,00 | -3,15 | -0,02 | -0,02 | -0,01 |
| *Apariencia* | | 0,28 | -0,03 | 0,12 | 0,04 | 0,01 | -0,01 |
| *Cálculo* | **14** | 6,72 | -0,03 | -5,39 | 0,05 | -0,02 | -0,13 |
| *Integridad* | | 4,78 | 0,00 | -3,03 | -0,03 | -0,01 | -0,08 |
| *Confort* | | 4,78 | 0,00 | -3,03 | -0,03 | -0,01 | -0,08 |
| *Apariencia* | | 0,28 | -0,03 | 0,12 | 0,04 | 0,01 | -0,01 |
| *Cálculo* | **15** | -0,34 | 0,02 | 0,06 | -0,08 | -0,01 | 0,00 |
| *Integridad* | | -0,48 | 0,03 | -0,07 | -0,04 | -0,01 | 0,00 |
| *Confort* | | -0,48 | 0,03 | -0,07 | -0,04 | -0,01 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,28 | -0,03 | 0,12 | 0,04 | 0,01 | -0,01 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

**Nudo : 10**

| Clase | Combinación | Desp. X | Desp. Y | Desp. Z | Giro X | Giro Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,36 | -0,08 | -0,29 | 0,01 | 0,03 | 0,08 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,27 | -0,05 | -0,20 | 0,01 | 0,02 | 0,09 |
| *Cálculo* | **2** | 0,71 | -0,14 | -0,57 | 0,01 | 0,06 | 0,21 |
| *Integridad* | | 0,24 | -0,04 | -0,19 | 0,00 | 0,02 | 0,12 |
| *Confort* | | 0,24 | -0,04 | -0,19 | 0,00 | 0,02 | 0,12 |
| *Apariencia* | | 0,27 | -0,05 | -0,20 | 0,01 | 0,02 | 0,09 |
| *Cálculo* | **3** | 1,59 | -0,31 | -1,26 | 0,02 | 0,15 | 0,52 |
| *Integridad* | | 0,84 | -0,15 | -0,65 | 0,00 | 0,07 | 0,42 |
| *Confort* | | 0,84 | -0,15 | -0,65 | 0,00 | 0,07 | 0,42 |
| *Apariencia* | | 0,27 | -0,05 | -0,20 | 0,01 | 0,02 | 0,09 |
| *Cálculo* | **4** | 0,91 | -0,33 | -2,39 | 0,13 | -0,01 | 0,17 |
| *Integridad* | | 0,42 | -0,15 | -1,23 | 0,07 | -0,03 | 0,09 |
| *Confort* | | 0,42 | -0,15 | -1,23 | 0,07 | -0,03 | 0,09 |
| *Apariencia* | | 0,27 | -0,05 | -0,20 | 0,01 | 0,02 | 0,09 |
| *Cálculo* | **5** | 6,86 | -0,35 | -2,39 | 0,13 | -0,01 | 0,00 |
| *Integridad* | | 4,79 | -0,15 | -1,22 | 0,07 | -0,02 | -0,04 |
| *Confort* | | 4,79 | -0,15 | -1,22 | 0,07 | -0,02 | -0,04 |
| *Apariencia* | | 0,27 | -0,05 | -0,20 | 0,01 | 0,02 | 0,09 |
| *Cálculo* | **6** | -0,12 | 0,02 | 0,14 | 0,01 | -0,01 | 0,09 |
| *Integridad* | | -0,57 | 0,05 | 0,38 | 0,00 | -0,02 | 0,01 |
| *Confort* | | -0,57 | 0,05 | 0,38 | 0,00 | -0,02 | 0,01 |
| *Apariencia* | | 0,27 | -0,05 | -0,20 | 0,01 | 0,02 | 0,09 |
| *Cálculo* | **7** | 1,93 | -0,50 | -2,77 | 0,09 | 0,12 | 0,58 |
| *Integridad* | | 1,09 | -0,24 | -1,39 | 0,04 | 0,05 | 0,47 |
| *Confort* | | 1,09 | -0,24 | -1,39 | 0,04 | 0,05 | 0,47 |
| *Apariencia* | | 0,27 | -0,05 | -0,20 | 0,01 | 0,02 | 0,09 |
| *Cálculo* | **8** | 5,53 | -0,50 | -2,77 | 0,09 | 0,12 | 0,47 |
| *Integridad* | | 3,72 | -0,24 | -1,38 | 0,04 | 0,06 | 0,40 |
| *Confort* | | 3,72 | -0,24 | -1,38 | 0,04 | 0,06 | 0,40 |
| *Apariencia* | | 0,27 | -0,05 | -0,20 | 0,01 | 0,02 | 0,09 |
| *Cálculo* | **9** | 1,43 | -0,25 | -1,04 | 0,02 | 0,12 | 0,53 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,50 | -0,12 | -0,42 | 0,00 | 0,06 | 0,43 |
| *Confort* | | 0,50 | -0,12 | -0,42 | 0,00 | 0,06 | 0,43 |
| *Apariencia* | | 0,27 | -0,05 | -0,20 | 0,01 | 0,02 | 0,09 |
| *Cálculo* | **10** | 1,51 | -0,46 | -2,97 | 0,13 | 0,05 | 0,39 |
| *Integridad* | | 0,84 | -0,23 | -1,55 | 0,07 | 0,01 | 0,30 |
| *Confort* | | 0,84 | -0,23 | -1,55 | 0,07 | 0,01 | 0,30 |
| *Apariencia* | | 0,27 | -0,05 | -0,20 | 0,01 | 0,02 | 0,09 |
| *Cálculo* | **11** | 7,49 | -0,48 | -2,98 | 0,13 | 0,04 | 0,22 |
| *Integridad* | | 5,21 | -0,23 | -1,55 | 0,07 | 0,01 | 0,17 |
| *Confort* | | 5,21 | -0,23 | -1,55 | 0,07 | 0,01 | 0,17 |
| *Apariencia* | | 0,27 | -0,05 | -0,20 | 0,01 | 0,02 | 0,09 |
| *Cálculo* | **12** | 0,69 | -0,08 | -0,38 | 0,01 | 0,04 | 0,31 |
| *Integridad* | | -0,15 | -0,03 | 0,06 | 0,00 | 0,02 | 0,22 |
| *Confort* | | -0,15 | -0,03 | 0,06 | 0,00 | 0,02 | 0,22 |
| *Apariencia* | | 0,27 | -0,05 | -0,20 | 0,01 | 0,02 | 0,09 |
| *Cálculo* | **13** | 0,77 | -0,30 | -2,26 | 0,13 | -0,02 | 0,14 |
| *Integridad* | | 0,42 | -0,15 | -1,23 | 0,07 | -0,03 | 0,09 |
| *Confort* | | 0,42 | -0,15 | -1,23 | 0,07 | -0,03 | 0,09 |
| *Apariencia* | | 0,27 | -0,05 | -0,20 | 0,01 | 0,02 | 0,09 |
| *Cálculo* | **14** | 6,71 | -0,32 | -2,29 | 0,13 | -0,03 | -0,04 |
| *Integridad* | | 4,79 | -0,15 | -1,22 | 0,07 | -0,02 | -0,04 |
| *Confort* | | 4,79 | -0,15 | -1,22 | 0,07 | -0,02 | -0,04 |
| *Apariencia* | | 0,27 | -0,05 | -0,20 | 0,01 | 0,02 | 0,09 |
| *Cálculo* | **15** | -0,45 | 0,04 | 0,28 | 0,01 | -0,02 | 0,06 |
| *Integridad* | | -0,57 | 0,05 | 0,38 | 0,00 | -0,02 | 0,01 |
| *Confort* | | -0,57 | 0,05 | 0,38 | 0,00 | -0,02 | 0,01 |
| *Apariencia* | | 0,27 | -0,05 | -0,20 | 0,01 | 0,02 | 0,09 |

**Nudo : 11**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 12**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 13**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 14**

| Clase | Combinación | Desp. X | Desp. Y | Desp. Z | Giro X | Giro Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 15**

| Clase | Combinación | Desp. X | Desp. Y | Desp. Z | Giro X | Giro Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 16**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | -0,17 | -0,07 | 0,29 | -0,01 | 0,03 | -0,08 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | -0,11 | -0,05 | 0,20 | -0,01 | 0,02 | -0,09 |
| *Cálculo* | **2** | -0,35 | -0,14 | 0,57 | -0,01 | 0,06 | -0,21 |
| *Integridad* | | -0,12 | -0,04 | 0,19 | 0,00 | 0,02 | -0,12 |
| *Confort* | | -0,12 | -0,04 | 0,19 | 0,00 | 0,02 | -0,12 |
| *Apariencia* | | -0,11 | -0,05 | 0,20 | -0,01 | 0,02 | -0,09 |
| *Cálculo* | **3** | -0,80 | -0,30 | 1,26 | -0,02 | 0,15 | -0,53 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | -0,40 | -0,15 | 0,65 | 0,00 | 0,07 | -0,42 |
| *Confort* | | -0,40 | -0,15 | 0,65 | 0,00 | 0,07 | -0,42 |
| *Apariencia* | | -0,11 | -0,05 | 0,20 | -0,01 | 0,02 | -0,09 |
| *Cálculo* | **4** | 1,01 | -0,02 | -2,33 | 0,14 | 0,03 | 0,28 |
| *Integridad* | | 0,97 | 0,01 | -1,59 | 0,08 | 0,00 | 0,34 |
| *Confort* | | 0,97 | 0,01 | -1,59 | 0,08 | 0,00 | 0,34 |
| *Apariencia* | | -0,11 | -0,05 | 0,20 | -0,01 | 0,02 | -0,09 |
| *Cálculo* | **5** | 6,80 | -0,12 | -2,39 | 0,14 | 0,03 | 0,04 |
| *Integridad* | | 5,42 | -0,05 | -1,62 | 0,08 | 0,01 | 0,16 |
| *Confort* | | 5,42 | -0,05 | -1,62 | 0,08 | 0,01 | 0,16 |
| *Apariencia* | | -0,11 | -0,05 | 0,20 | -0,01 | 0,02 | -0,09 |
| *Cálculo* | **6** | 0,11 | 0,02 | -0,15 | -0,01 | -0,01 | -0,09 |
| *Integridad* | | 0,42 | 0,04 | -0,39 | 0,00 | -0,02 | -0,01 |
| *Confort* | | 0,42 | 0,04 | -0,39 | 0,00 | -0,02 | -0,01 |
| *Apariencia* | | -0,11 | -0,05 | 0,20 | -0,01 | 0,02 | -0,09 |
| *Cálculo* | **7** | -0,32 | -0,14 | -0,70 | 0,07 | 0,15 | -0,31 |
| *Integridad* | | 0,18 | -0,14 | -0,30 | 0,05 | 0,07 | -0,22 |
| *Confort* | | 0,18 | -0,14 | -0,30 | 0,05 | 0,07 | -0,22 |
| *Apariencia* | | -0,11 | -0,05 | 0,20 | -0,01 | 0,02 | -0,09 |
| *Cálculo* | **8** | 3,24 | -0,19 | -0,75 | 0,07 | 0,15 | -0,45 |
| *Integridad* | | 2,85 | -0,17 | -0,32 | 0,05 | 0,08 | -0,33 |
| *Confort* | | 2,85 | -0,17 | -0,32 | 0,05 | 0,08 | -0,33 |
| *Apariencia* | | -0,11 | -0,05 | 0,20 | -0,01 | 0,02 | -0,09 |
| *Cálculo* | **9** | -0,76 | -0,24 | 1,04 | -0,02 | 0,12 | -0,54 |
| *Integridad* | | -0,15 | -0,12 | 0,42 | 0,00 | 0,06 | -0,43 |
| *Confort* | | -0,15 | -0,12 | 0,42 | 0,00 | 0,06 | -0,43 |
| *Apariencia* | | -0,11 | -0,05 | 0,20 | -0,01 | 0,02 | -0,09 |
| *Cálculo* | **10** | 0,38 | -0,07 | -1,93 | 0,14 | 0,08 | 0,06 |
| *Integridad* | | 0,77 | -0,06 | -1,26 | 0,08 | 0,04 | 0,13 |
| *Confort* | | 0,77 | -0,06 | -1,26 | 0,08 | 0,04 | 0,13 |
| *Apariencia* | | -0,11 | -0,05 | 0,20 | -0,01 | 0,02 | -0,09 |
| *Cálculo* | **11** | 6,30 | -0,17 | -2,00 | 0,14 | 0,08 | -0,18 |
| *Integridad* | | 5,22 | -0,12 | -1,30 | 0,08 | 0,05 | -0,05 |
| *Confort* | | 5,22 | -0,12 | -1,30 | 0,08 | 0,05 | -0,05 |
| *Apariencia* | | -0,11 | -0,05 | 0,20 | -0,01 | 0,02 | -0,09 |
| *Cálculo* | **12** | -0,41 | -0,08 | 0,38 | -0,01 | 0,04 | -0,32 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,22 | -0,03 | -0,06 | 0,00 | 0,02 | -0,22 |
| *Confort* | | 0,22 | -0,03 | -0,06 | 0,00 | 0,02 | -0,22 |
| *Apariencia* | | -0,11 | -0,05 | 0,20 | -0,01 | 0,02 | -0,09 |
| *Cálculo* | **13** | 1,15 | 0,00 | -2,45 | 0,14 | 0,02 | 0,31 |
| *Integridad* | | 0,97 | 0,01 | -1,59 | 0,08 | 0,00 | 0,34 |
| *Confort* | | 0,97 | 0,01 | -1,59 | 0,08 | 0,00 | 0,34 |
| *Apariencia* | | -0,11 | -0,05 | 0,20 | -0,01 | 0,02 | -0,09 |
| *Cálculo* | **14** | 6,60 | -0,10 | -2,55 | 0,14 | 0,01 | 0,08 |
| *Integridad* | | 5,42 | -0,05 | -1,62 | 0,08 | 0,01 | 0,16 |
| *Confort* | | 5,42 | -0,05 | -1,62 | 0,08 | 0,01 | 0,16 |
| *Apariencia* | | -0,11 | -0,05 | 0,20 | -0,01 | 0,02 | -0,09 |
| *Cálculo* | **15** | 0,36 | 0,04 | -0,28 | -0,01 | -0,02 | -0,06 |
| *Integridad* | | 0,42 | 0,04 | -0,39 | 0,00 | -0,02 | -0,01 |
| *Confort* | | 0,42 | 0,04 | -0,39 | 0,00 | -0,02 | -0,01 |
| *Apariencia* | | -0,11 | -0,05 | 0,20 | -0,01 | 0,02 | -0,09 |

**Nudo : 17**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | -0,18 | -0,04 | -0,18 | -0,11 | 0,00 | 0,01 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | -0,12 | -0,03 | -0,12 | -0,04 | 0,00 | 0,01 |
| *Cálculo* | **2** | -0,36 | -0,07 | -0,42 | -0,22 | 0,00 | 0,01 |
| *Integridad* | | -0,12 | -0,02 | -0,11 | -0,03 | 0,00 | 0,01 |
| *Confort* | | -0,12 | -0,02 | -0,11 | -0,03 | 0,00 | 0,01 |
| *Apariencia* | | -0,12 | -0,03 | -0,12 | -0,04 | 0,00 | 0,01 |
| *Cálculo* | **3** | -0,84 | -0,15 | -1,26 | -0,52 | 0,01 | 0,04 |
| *Integridad* | | -0,41 | -0,08 | -0,38 | -0,12 | 0,01 | 0,04 |
| *Confort* | | -0,41 | -0,08 | -0,38 | -0,12 | 0,01 | 0,04 |
| *Apariencia* | | -0,12 | -0,03 | -0,12 | -0,04 | 0,00 | 0,01 |
| *Cálculo* | **4** | 0,75 | -0,01 | -5,48 | 0,06 | 0,03 | -0,02 |
| *Integridad* | | 0,65 | 0,03 | -3,36 | 0,01 | 0,02 | -0,03 |
| *Confort* | | 0,65 | 0,03 | -3,36 | 0,01 | 0,02 | -0,03 |
| *Apariencia* | | -0,12 | -0,03 | -0,12 | -0,04 | 0,00 | 0,01 |
| *Cálculo* | **5** | 6,53 | -0,09 | -5,53 | -0,02 | 0,01 | -0,13 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 5,24 | -0,03 | -2,84 | 0,00 | 0,01 | -0,10 |
| *Confort* | | 5,24 | -0,03 | -2,84 | 0,00 | 0,01 | -0,10 |
| *Apariencia* | | -0,12 | -0,03 | -0,12 | -0,04 | 0,00 | 0,01 |
| *Cálculo* | **6** | 0,09 | 0,01 | -0,02 | 0,03 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,32 | 0,03 | 0,07 | 0,04 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,32 | 0,03 | 0,07 | 0,04 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | -0,12 | -0,03 | -0,12 | -0,04 | 0,00 | 0,01 |
| *Cálculo* | **7** | -0,37 | -0,14 | -4,56 | -0,42 | 0,04 | 0,02 |
| *Integridad* | | -0,02 | -0,07 | -2,40 | -0,11 | 0,02 | 0,02 |
| *Confort* | | -0,02 | -0,07 | -2,40 | -0,11 | 0,02 | 0,02 |
| *Apariencia* | | -0,12 | -0,03 | -0,12 | -0,04 | 0,00 | 0,01 |
| *Cálculo* | **8** | 3,19 | -0,18 | -4,65 | -0,47 | 0,02 | -0,04 |
| *Integridad* | | 2,73 | -0,10 | -2,09 | -0,12 | 0,01 | -0,02 |
| *Confort* | | 2,73 | -0,10 | -2,09 | -0,12 | 0,01 | -0,02 |
| *Apariencia* | | -0,12 | -0,03 | -0,12 | -0,04 | 0,00 | 0,01 |
| *Cálculo* | **9** | -0,74 | -0,13 | -0,93 | -0,42 | 0,01 | 0,03 |
| *Integridad* | | -0,22 | -0,06 | -0,34 | -0,09 | 0,01 | 0,04 |
| *Confort* | | -0,22 | -0,06 | -0,34 | -0,09 | 0,01 | 0,04 |
| *Apariencia* | | -0,12 | -0,03 | -0,12 | -0,04 | 0,00 | 0,01 |
| *Cálculo* | **10** | 0,33 | -0,07 | -5,60 | -0,12 | 0,04 | -0,01 |
| *Integridad* | | 0,45 | -0,02 | -3,55 | -0,05 | 0,02 | -0,01 |
| *Confort* | | 0,45 | -0,02 | -3,55 | -0,05 | 0,02 | -0,01 |
| *Apariencia* | | -0,12 | -0,03 | -0,12 | -0,04 | 0,00 | 0,01 |
| *Cálculo* | **11** | 6,22 | -0,14 | -5,71 | -0,20 | 0,01 | -0,11 |
| *Integridad* | | 5,03 | -0,07 | -3,03 | -0,06 | 0,01 | -0,08 |
| *Confort* | | 5,03 | -0,07 | -3,03 | -0,06 | 0,01 | -0,08 |
| *Apariencia* | | -0,12 | -0,03 | -0,12 | -0,04 | 0,00 | 0,01 |
| *Cálculo* | **12** | -0,33 | -0,05 | -0,25 | -0,15 | 0,00 | 0,02 |
| *Integridad* | | 0,12 | -0,01 | -0,12 | -0,02 | 0,00 | 0,02 |
| *Confort* | | 0,12 | -0,01 | -0,12 | -0,02 | 0,00 | 0,02 |
| *Apariencia* | | -0,12 | -0,03 | -0,12 | -0,04 | 0,00 | 0,01 |
| *Cálculo* | **13** | 0,78 | 0,00 | -5,45 | 0,11 | 0,03 | -0,02 |
| *Integridad* | | 0,65 | 0,03 | -3,36 | 0,01 | 0,02 | -0,03 |
| *Confort* | | 0,65 | 0,03 | -3,36 | 0,01 | 0,02 | -0,03 |
| *Apariencia* | | -0,12 | -0,03 | -0,12 | -0,04 | 0,00 | 0,01 |
| *Cálculo* | **14** | 6,20 | -0,07 | -5,06 | 0,04 | 0,00 | -0,12 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 5,24 | -0,03 | -2,84 | 0,00 | 0,01 | -0,10 |
| *Confort* | | 5,24 | -0,03 | -2,84 | 0,00 | 0,01 | -0,10 |
| *Apariencia* | | -0,12 | -0,03 | -0,12 | -0,04 | 0,00 | 0,01 |
| *Cálculo* | **15** | 0,25 | 0,02 | -0,06 | 0,08 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,32 | 0,03 | 0,07 | 0,04 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,32 | 0,03 | 0,07 | 0,04 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | -0,12 | -0,03 | -0,12 | -0,04 | 0,00 | 0,01 |

**Nudo : 18**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,10 | -0,15 | -1,01 | -0,30 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -0,11 | -0,70 | -0,16 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,18 | -0,29 | -2,18 | -0,60 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,06 | -0,10 | -0,65 | -0,14 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,06 | -0,10 | -0,65 | -0,14 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -0,11 | -0,70 | -0,16 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,38 | -0,60 | -5,71 | -0,60 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,22 | -0,33 | -2,23 | -0,48 | -0,01 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,22 | -0,33 | -2,23 | -0,48 | -0,01 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -0,11 | -0,70 | -0,16 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | 0,52 | -0,04 | -7,14 | 0,20 | -0,01 | -0,07 |
| *Integridad* | | 0,28 | 0,08 | -3,46 | 0,21 | -0,01 | -0,06 |
| *Confort* | | 0,28 | 0,08 | -3,46 | 0,21 | -0,01 | -0,06 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -0,11 | -0,70 | -0,16 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 6,31 | -0,09 | -7,00 | 0,18 | -0,02 | 0,02 |
| *Integridad* | | 4,83 | 0,05 | -3,26 | 0,19 | 0,00 | 0,06 |
| *Confort* | | 4,83 | 0,05 | -3,26 | 0,19 | 0,00 | 0,06 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -0,11 | -0,70 | -0,16 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | -0,01 | 0,05 | 0,27 | 0,09 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | -0,08 | 0,15 | 1,02 | 0,17 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | -0,08 | 0,15 | 1,02 | 0,17 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -0,11 | -0,70 | -0,16 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | 0,55 | -0,53 | -9,30 | 0,21 | 0,00 | -0,04 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,39 | -0,29 | -4,30 | -0,36 | -0,01 | -0,04 |
| *Confort* | | 0,39 | -0,29 | -4,30 | -0,36 | -0,01 | -0,04 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -0,11 | -0,70 | -0,16 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 4,10 | -0,56 | -9,36 | 0,20 | 0,00 | 0,01 |
| *Integridad* | | 3,12 | -0,30 | -4,18 | -0,36 | -0,01 | 0,04 |
| *Confort* | | 3,12 | -0,30 | -4,18 | -0,36 | -0,01 | 0,04 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -0,11 | -0,70 | -0,16 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,32 | -0,50 | -4,47 | -0,49 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,18 | -0,25 | -1,62 | -0,38 | -0,01 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,18 | -0,25 | -1,62 | -0,38 | -0,01 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -0,11 | -0,70 | -0,16 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | 0,53 | -0,29 | -8,61 | -0,32 | -0,02 | -0,06 |
| *Integridad* | | 0,39 | -0,09 | -4,57 | -0,03 | -0,01 | -0,06 |
| *Confort* | | 0,39 | -0,09 | -4,57 | -0,03 | -0,01 | -0,06 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -0,11 | -0,70 | -0,16 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 6,43 | -0,33 | -8,72 | -0,35 | -0,02 | 0,02 |
| *Integridad* | | 4,94 | -0,12 | -4,37 | -0,04 | -0,01 | 0,06 |
| *Confort* | | 4,94 | -0,12 | -4,37 | -0,04 | -0,01 | 0,06 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -0,11 | -0,70 | -0,16 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,14 | -0,20 | -1,44 | -0,41 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,03 | -0,02 | -0,09 | -0,07 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,03 | -0,02 | -0,09 | -0,07 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -0,11 | -0,70 | -0,16 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | 0,34 | 0,01 | -6,86 | 0,31 | -0,01 | -0,07 |
| *Integridad* | | 0,28 | 0,08 | -3,46 | 0,21 | -0,01 | -0,06 |
| *Confort* | | 0,28 | 0,08 | -3,46 | 0,21 | -0,01 | -0,06 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -0,11 | -0,70 | -0,16 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 5,83 | -0,04 | -7,48 | 0,30 | -0,02 | 0,03 |
| *Integridad* | | 4,83 | 0,05 | -3,26 | 0,19 | 0,00 | 0,06 |
| *Confort* | | 4,83 | 0,05 | -3,26 | 0,19 | 0,00 | 0,06 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -0,11 | -0,70 | -0,16 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | -0,05 | 0,10 | 0,52 | 0,22 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | -0,08 | 0,15 | 1,02 | 0,17 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | -0,08 | 0,15 | 1,02 | 0,17 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -0,11 | -0,70 | -0,16 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

**Nudo : 19**

| Clase | Combinación | Desp. X | Desp. Y | Desp. Z | Giro X | Giro Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,37 | -0,04 | -0,18 | -0,11 | -0,01 | -0,01 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,28 | -0,03 | -0,12 | -0,04 | -0,01 | -0,01 |
| *Cálculo* | **2** | 0,72 | -0,08 | -0,41 | -0,22 | -0,02 | -0,02 |
| *Integridad* | | 0,25 | -0,03 | -0,11 | -0,03 | -0,01 | -0,01 |
| *Confort* | | 0,25 | -0,03 | -0,11 | -0,03 | -0,01 | -0,01 |
| *Apariencia* | | 0,28 | -0,03 | -0,12 | -0,04 | -0,01 | -0,01 |
| *Cálculo* | **3** | 1,59 | -0,17 | -1,25 | -0,52 | -0,06 | -0,05 |
| *Integridad* | | 0,86 | -0,09 | -0,38 | -0,12 | -0,04 | -0,05 |
| *Confort* | | 0,86 | -0,09 | -0,38 | -0,12 | -0,04 | -0,05 |
| *Apariencia* | | 0,28 | -0,03 | -0,12 | -0,04 | -0,01 | -0,01 |
| *Cálculo* | **4** | 0,29 | -0,05 | -5,21 | 0,01 | -0,02 | -0,01 |
| *Integridad* | | -0,09 | 0,00 | -3,34 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | -0,09 | 0,00 | -3,34 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,28 | -0,03 | -0,12 | -0,04 | -0,01 | -0,01 |
| *Cálculo* | **5** | 6,09 | -0,05 | -5,24 | 0,07 | -0,04 | -0,12 |
| *Integridad* | | 4,47 | 0,00 | -3,21 | 0,02 | -0,01 | -0,07 |
| *Confort* | | 4,47 | 0,00 | -3,21 | 0,02 | -0,01 | -0,07 |
| *Apariencia* | | 0,28 | -0,03 | -0,12 | -0,04 | -0,01 | -0,01 |
| *Cálculo* | **6** | -0,11 | 0,01 | -0,02 | 0,03 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | -0,48 | 0,03 | 0,07 | 0,04 | 0,01 | 0,00 |
| *Confort* | | -0,48 | 0,03 | 0,07 | 0,04 | 0,01 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,28 | -0,03 | -0,12 | -0,04 | -0,01 | -0,01 |
| *Cálculo* | **7** | 1,46 | -0,17 | -4,53 | -0,45 | -0,08 | -0,04 |
| *Integridad* | | 0,80 | -0,09 | -2,39 | -0,12 | -0,04 | -0,05 |
| *Confort* | | 0,80 | -0,09 | -2,39 | -0,12 | -0,04 | -0,05 |
| *Apariencia* | | 0,28 | -0,03 | -0,12 | -0,04 | -0,01 | -0,01 |
| *Cálculo* | **8** | 5,04 | -0,17 | -4,47 | -0,42 | -0,09 | -0,11 |
| *Integridad* | | 3,54 | -0,09 | -2,30 | -0,10 | -0,04 | -0,09 |
| *Confort* | | 3,54 | -0,09 | -2,30 | -0,10 | -0,04 | -0,09 |
| *Apariencia* | | 0,28 | -0,03 | -0,12 | -0,04 | -0,01 | -0,01 |
| *Cálculo* | **9** | 1,38 | -0,14 | -0,93 | -0,42 | -0,05 | -0,04 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,57 | -0,07 | -0,34 | -0,09 | -0,03 | -0,04 |
| *Confort* | | 0,57 | -0,07 | -0,34 | -0,09 | -0,03 | -0,04 |
| *Apariencia* | | 0,28 | -0,03 | -0,12 | -0,04 | -0,01 | -0,01 |
| *Cálculo* | **10** | 0,75 | -0,11 | -5,58 | -0,18 | -0,05 | -0,03 |
| *Integridad* | | 0,34 | -0,05 | -3,53 | -0,06 | -0,02 | -0,02 |
| *Confort* | | 0,34 | -0,05 | -3,53 | -0,06 | -0,02 | -0,02 |
| *Apariencia* | | 0,28 | -0,03 | -0,12 | -0,04 | -0,01 | -0,01 |
| *Cálculo* | **11** | 6,68 | -0,12 | -5,54 | -0,12 | -0,07 | -0,14 |
| *Integridad* | | 4,89 | -0,04 | -3,40 | -0,04 | -0,03 | -0,09 |
| *Confort* | | 4,89 | -0,04 | -3,40 | -0,04 | -0,03 | -0,09 |
| *Apariencia* | | 0,28 | -0,03 | -0,12 | -0,04 | -0,01 | -0,01 |
| *Cálculo* | **12** | 0,61 | -0,05 | -0,25 | -0,15 | -0,01 | -0,02 |
| *Integridad* | | -0,05 | -0,01 | -0,12 | -0,02 | -0,01 | -0,02 |
| *Confort* | | -0,05 | -0,01 | -0,12 | -0,02 | -0,01 | -0,02 |
| *Apariencia* | | 0,28 | -0,03 | -0,12 | -0,04 | -0,01 | -0,01 |
| *Cálculo* | **13** | -0,10 | -0,03 | -5,42 | 0,05 | -0,02 | 0,00 |
| *Integridad* | | -0,09 | 0,00 | -3,34 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | -0,09 | 0,00 | -3,34 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,28 | -0,03 | -0,12 | -0,04 | -0,01 | -0,01 |
| *Cálculo* | **14** | 5,47 | -0,03 | -5,59 | 0,11 | -0,04 | -0,11 |
| *Integridad* | | 4,47 | 0,00 | -3,21 | 0,02 | -0,01 | -0,07 |
| *Confort* | | 4,47 | 0,00 | -3,21 | 0,02 | -0,01 | -0,07 |
| *Apariencia* | | 0,28 | -0,03 | -0,12 | -0,04 | -0,01 | -0,01 |
| *Cálculo* | **15** | -0,34 | 0,02 | -0,06 | 0,08 | 0,01 | 0,00 |
| *Integridad* | | -0,48 | 0,03 | 0,07 | 0,04 | 0,01 | 0,00 |
| *Confort* | | -0,48 | 0,03 | 0,07 | 0,04 | 0,01 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,28 | -0,03 | -0,12 | -0,04 | -0,01 | -0,01 |

**Nudo : 20**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,36 | -0,08 | 0,29 | -0,01 | -0,03 | 0,08 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,27 | -0,05 | 0,20 | -0,01 | -0,02 | 0,09 |
| *Cálculo* | **2** | 0,71 | -0,14 | 0,57 | -0,01 | -0,06 | 0,21 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,24 | -0,04 | 0,19 | 0,00 | -0,02 | 0,12 |
| *Confort* | | 0,24 | -0,04 | 0,19 | 0,00 | -0,02 | 0,12 |
| *Apariencia* | | 0,27 | -0,05 | 0,20 | -0,01 | -0,02 | 0,09 |
| *Cálculo* | **3** | 1,55 | -0,31 | 1,27 | -0,02 | -0,15 | 0,52 |
| *Integridad* | | 0,84 | -0,15 | 0,65 | 0,00 | -0,07 | 0,42 |
| *Confort* | | 0,84 | -0,15 | 0,65 | 0,00 | -0,07 | 0,42 |
| *Apariencia* | | 0,27 | -0,05 | 0,20 | -0,01 | -0,02 | 0,09 |
| *Cálculo* | **4** | 0,05 | -0,06 | -2,33 | 0,11 | -0,04 | 0,18 |
| *Integridad* | | -0,37 | 0,00 | -1,57 | 0,07 | -0,01 | 0,09 |
| *Confort* | | -0,37 | 0,00 | -1,57 | 0,07 | -0,01 | 0,09 |
| *Apariencia* | | 0,27 | -0,05 | 0,20 | -0,01 | -0,02 | 0,09 |
| *Cálculo* | **5** | 5,90 | -0,06 | -2,24 | 0,11 | -0,04 | 0,01 |
| *Integridad* | | 4,19 | -0,01 | -1,55 | 0,07 | -0,01 | -0,04 |
| *Confort* | | 4,19 | -0,01 | -1,55 | 0,07 | -0,01 | -0,04 |
| *Apariencia* | | 0,27 | -0,05 | 0,20 | -0,01 | -0,02 | 0,09 |
| *Cálculo* | **6** | -0,12 | 0,02 | -0,14 | -0,01 | 0,01 | 0,09 |
| *Integridad* | | -0,57 | 0,05 | -0,38 | 0,00 | 0,02 | 0,01 |
| *Confort* | | -0,57 | 0,05 | -0,38 | 0,00 | 0,02 | 0,01 |
| *Apariencia* | | 0,27 | -0,05 | 0,20 | -0,01 | -0,02 | 0,09 |
| *Cálculo* | **7** | 1,46 | -0,18 | -0,61 | 0,06 | -0,15 | 0,58 |
| *Integridad* | | 0,63 | -0,15 | -0,29 | 0,04 | -0,08 | 0,48 |
| *Confort* | | 0,63 | -0,15 | -0,29 | 0,04 | -0,08 | 0,48 |
| *Apariencia* | | 0,27 | -0,05 | 0,20 | -0,01 | -0,02 | 0,09 |
| *Cálculo* | **8** | 5,04 | -0,18 | -0,53 | 0,06 | -0,15 | 0,48 |
| *Integridad* | | 3,36 | -0,16 | -0,28 | 0,04 | -0,07 | 0,40 |
| *Confort* | | 3,36 | -0,16 | -0,28 | 0,04 | -0,07 | 0,40 |
| *Apariencia* | | 0,27 | -0,05 | 0,20 | -0,01 | -0,02 | 0,09 |
| *Cálculo* | **9** | 1,40 | -0,25 | 1,04 | -0,02 | -0,12 | 0,53 |
| *Integridad* | | 0,50 | -0,12 | 0,42 | 0,00 | -0,06 | 0,43 |
| *Confort* | | 0,50 | -0,12 | 0,42 | 0,00 | -0,06 | 0,43 |
| *Apariencia* | | 0,27 | -0,05 | 0,20 | -0,01 | -0,02 | 0,09 |
| *Cálculo* | **10** | 0,77 | -0,12 | -1,89 | 0,11 | -0,09 | 0,40 |
| *Integridad* | | 0,06 | -0,08 | -1,24 | 0,07 | -0,04 | 0,30 |
| *Confort* | | 0,06 | -0,08 | -1,24 | 0,07 | -0,04 | 0,30 |
| *Apariencia* | | 0,27 | -0,05 | 0,20 | -0,01 | -0,02 | 0,09 |
| *Cálculo* | **11** | 6,70 | -0,13 | -1,81 | 0,11 | -0,09 | 0,23 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 4,61 | -0,08 | -1,22 | 0,07 | -0,04 | 0,17 |
| *Confort* | | 4,61 | -0,08 | -1,22 | 0,07 | -0,04 | 0,17 |
| *Apariencia* | | 0,27 | -0,05 | 0,20 | -0,01 | -0,02 | 0,09 |
| *Cálculo* | **12** | 0,69 | -0,09 | 0,38 | -0,01 | -0,04 | 0,31 |
| *Integridad* | | -0,15 | -0,03 | -0,06 | 0,00 | -0,02 | 0,22 |
| *Confort* | | -0,15 | -0,03 | -0,06 | 0,00 | -0,02 | 0,22 |
| *Apariencia* | | 0,27 | -0,05 | 0,20 | -0,01 | -0,02 | 0,09 |
| *Cálculo* | **13** | -0,42 | -0,04 | -2,42 | 0,12 | -0,03 | 0,15 |
| *Integridad* | | -0,37 | 0,00 | -1,57 | 0,07 | -0,01 | 0,09 |
| *Confort* | | -0,37 | 0,00 | -1,57 | 0,07 | -0,01 | 0,09 |
| *Apariencia* | | 0,27 | -0,05 | 0,20 | -0,01 | -0,02 | 0,09 |
| *Cálculo* | **14** | 5,22 | -0,04 | -2,31 | 0,12 | -0,04 | -0,02 |
| *Integridad* | | 4,19 | -0,01 | -1,55 | 0,07 | -0,01 | -0,04 |
| *Confort* | | 4,19 | -0,01 | -1,55 | 0,07 | -0,01 | -0,04 |
| *Apariencia* | | 0,27 | -0,05 | 0,20 | -0,01 | -0,02 | 0,09 |
| *Cálculo* | **15** | -0,45 | 0,04 | -0,28 | -0,01 | 0,02 | 0,06 |
| *Integridad* | | -0,57 | 0,05 | -0,38 | 0,00 | 0,02 | 0,01 |
| *Confort* | | -0,57 | 0,05 | -0,38 | 0,00 | 0,02 | 0,01 |
| *Apariencia* | | 0,27 | -0,05 | 0,20 | -0,01 | -0,02 | 0,09 |

**Nudo : 21**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 22**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 23**

| Clase | Combinación | Desp. X | Desp. Y | Desp. Z | Giro X | Giro Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | -1,62 | -0,06 | -0,30 | 0,00 | -0,01 | -0,09 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | -1,14 | -0,05 | -0,22 | 0,00 | -0,01 | -0,07 |
| *Cálculo* | **2** | -3,29 | -0,12 | -0,60 | -0,01 | -0,02 | -0,19 |
| *Integridad* | | -1,07 | -0,03 | -0,20 | 0,00 | -0,01 | -0,06 |
| *Confort* | | -1,07 | -0,03 | -0,20 | 0,00 | -0,01 | -0,06 |
| *Apariencia* | | -1,14 | -0,05 | -0,22 | 0,00 | -0,01 | -0,07 |
| *Cálculo* | **3** | -7,64 | -0,25 | -1,35 | -0,02 | -0,04 | -0,45 |
| *Integridad* | | -3,70 | -0,12 | -0,69 | -0,01 | -0,03 | -0,22 |
| *Confort* | | -3,70 | -0,12 | -0,69 | -0,01 | -0,03 | -0,22 |
| *Apariencia* | | -1,14 | -0,05 | -0,22 | 0,00 | -0,01 | -0,07 |
| *Cálculo* | **4** | -0,12 | -0,01 | -2,63 | -0,05 | 0,03 | 0,01 |
| *Integridad* | | 1,11 | 0,04 | -1,36 | -0,03 | 0,03 | 0,07 |
| *Confort* | | 1,11 | 0,04 | -1,36 | -0,03 | 0,03 | 0,07 |
| *Apariencia* | | -1,14 | -0,05 | -0,22 | 0,00 | -0,01 | -0,07 |
| *Cálculo* | **5** | 5,70 | -0,10 | -2,69 | -0,05 | 0,03 | -0,17 |
| *Integridad* | | 5,38 | -0,02 | -1,37 | -0,03 | 0,02 | -0,05 |
| *Confort* | | 5,38 | -0,02 | -1,37 | -0,03 | 0,02 | -0,05 |
| *Apariencia* | | -1,14 | -0,05 | -0,22 | 0,00 | -0,01 | -0,07 |
| *Cálculo* | **6** | 0,59 | 0,01 | 0,10 | 0,00 | 0,00 | 0,03 |
| *Integridad* | | 1,30 | 0,04 | 0,32 | 0,00 | 0,01 | 0,08 |
| *Confort* | | 1,30 | 0,04 | 0,32 | 0,00 | 0,01 | 0,08 |
| *Apariencia* | | -1,14 | -0,05 | -0,22 | 0,00 | -0,01 | -0,07 |
| *Cálculo* | **7** | -6,68 | -0,22 | -3,05 | -0,05 | -0,02 | -0,39 |
| *Integridad* | | -3,04 | -0,09 | -1,50 | -0,02 | -0,01 | -0,18 |
| *Confort* | | -3,04 | -0,09 | -1,50 | -0,02 | -0,01 | -0,18 |
| *Apariencia* | | -1,14 | -0,05 | -0,22 | 0,00 | -0,01 | -0,07 |
| *Cálculo* | **8** | -3,12 | -0,27 | -3,08 | -0,05 | -0,02 | -0,49 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | -0,48 | -0,13 | -1,51 | -0,02 | -0,01 | -0,25 |
| *Confort* | | -0,48 | -0,13 | -1,51 | -0,02 | -0,01 | -0,25 |
| *Apariencia* | | -1,14 | -0,05 | -0,22 | 0,00 | -0,01 | -0,07 |
| *Cálculo* | **9** | -6,27 | -0,20 | -1,11 | -0,01 | -0,04 | -0,37 |
| *Integridad* | | -2,93 | -0,09 | -0,49 | -0,01 | -0,02 | -0,17 |
| *Confort* | | -2,93 | -0,09 | -0,49 | -0,01 | -0,02 | -0,17 |
| *Apariencia* | | -1,14 | -0,05 | -0,22 | 0,00 | -0,01 | -0,07 |
| *Cálculo* | **10** | -3,07 | -0,10 | -3,23 | -0,06 | 0,01 | -0,16 |
| *Integridad* | | -0,75 | -0,02 | -1,70 | -0,03 | 0,01 | -0,04 |
| *Confort* | | -0,75 | -0,02 | -1,70 | -0,03 | 0,01 | -0,04 |
| *Apariencia* | | -1,14 | -0,05 | -0,22 | 0,00 | -0,01 | -0,07 |
| *Cálculo* | **11** | 2,82 | -0,19 | -3,29 | -0,06 | 0,01 | -0,34 |
| *Integridad* | | 3,52 | -0,08 | -1,71 | -0,03 | 0,01 | -0,16 |
| *Confort* | | 3,52 | -0,08 | -1,71 | -0,03 | 0,01 | -0,16 |
| *Apariencia* | | -1,14 | -0,05 | -0,22 | 0,00 | -0,01 | -0,07 |
| *Cálculo* | **12** | -2,30 | -0,07 | -0,41 | -0,01 | -0,01 | -0,14 |
| *Integridad* | | -0,56 | -0,02 | -0,02 | 0,00 | 0,00 | -0,03 |
| *Confort* | | -0,56 | -0,02 | -0,02 | 0,00 | 0,00 | -0,03 |
| *Apariencia* | | -1,14 | -0,05 | -0,22 | 0,00 | -0,01 | -0,07 |
| *Cálculo* | **13** | 0,55 | 0,02 | -2,47 | -0,05 | 0,04 | 0,05 |
| *Integridad* | | 1,11 | 0,04 | -1,36 | -0,03 | 0,03 | 0,07 |
| *Confort* | | 1,11 | 0,04 | -1,36 | -0,03 | 0,03 | 0,07 |
| *Apariencia* | | -1,14 | -0,05 | -0,22 | 0,00 | -0,01 | -0,07 |
| *Cálculo* | **14** | 6,42 | -0,08 | -2,50 | -0,05 | 0,03 | -0,13 |
| *Integridad* | | 5,38 | -0,02 | -1,37 | -0,03 | 0,02 | -0,05 |
| *Confort* | | 5,38 | -0,02 | -1,37 | -0,03 | 0,02 | -0,05 |
| *Apariencia* | | -1,14 | -0,05 | -0,22 | 0,00 | -0,01 | -0,07 |
| *Cálculo* | **15** | 1,33 | 0,03 | 0,20 | 0,00 | 0,01 | 0,06 |
| *Integridad* | | 1,30 | 0,04 | 0,32 | 0,00 | 0,01 | 0,08 |
| *Confort* | | 1,30 | 0,04 | 0,32 | 0,00 | 0,01 | 0,08 |
| *Apariencia* | | -1,14 | -0,05 | -0,22 | 0,00 | -0,01 | -0,07 |

**Nudo : 24**

| Clase | Combinación | Desp. X | Desp. Y | Desp. Z | Giro X | Giro Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | -0,43 | -10,47 | 0,04 | 0,20 | 0,02 | -0,17 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | -0,29 | -7,41 | 0,04 | 0,16 | 0,02 | -0,12 |
| *Cálculo* | **2** | -0,89 | -21,46 | 0,10 | 0,41 | 0,04 | -0,36 |
| *Integridad* | | -0,28 | -6,88 | 0,03 | 0,15 | 0,02 | -0,11 |
| *Confort* | | -0,28 | -6,88 | 0,03 | 0,15 | 0,02 | -0,11 |
| *Apariencia* | | -0,29 | -7,41 | 0,04 | 0,16 | 0,02 | -0,12 |
| *Cálculo* | **3** | -2,17 | -50,57 | 0,26 | 0,94 | 0,07 | -0,86 |
| *Integridad* | | -0,96 | -23,74 | 0,11 | 0,51 | 0,05 | -0,39 |
| *Confort* | | -0,96 | -23,74 | 0,11 | 0,51 | 0,05 | -0,39 |
| *Apariencia* | | -0,29 | -7,41 | 0,04 | 0,16 | 0,02 | -0,12 |
| *Cálculo* | **4** | -0,04 | -1,61 | -5,34 | 0,01 | 0,03 | -0,06 |
| *Integridad* | | 0,36 | 5,92 | -3,22 | -0,12 | 0,01 | 0,08 |
| *Confort* | | 0,36 | 5,92 | -3,22 | -0,12 | 0,01 | 0,08 |
| *Apariencia* | | -0,29 | -7,41 | 0,04 | 0,16 | 0,02 | -0,12 |
| *Cálculo* | **5** | 6,69 | -9,05 | -5,31 | 0,13 | 0,04 | -0,07 |
| *Integridad* | | 5,26 | 0,89 | -2,93 | -0,03 | 0,01 | 0,07 |
| *Confort* | | 5,26 | 0,89 | -2,93 | -0,03 | 0,01 | 0,07 |
| *Apariencia* | | -0,29 | -7,41 | 0,04 | 0,16 | 0,02 | -0,12 |
| *Cálculo* | **6** | 0,15 | 3,94 | -0,01 | -0,08 | -0,01 | 0,07 |
| *Integridad* | | 0,30 | 8,79 | -0,05 | -0,20 | -0,02 | 0,14 |
| *Confort* | | 0,30 | 8,79 | -0,05 | -0,20 | -0,02 | 0,14 |
| *Apariencia* | | -0,29 | -7,41 | 0,04 | 0,16 | 0,02 | -0,12 |
| *Cálculo* | **7** | -1,89 | -44,55 | -3,20 | 0,83 | 0,08 | -0,77 |
| *Integridad* | | -0,75 | -20,18 | -1,82 | 0,44 | 0,06 | -0,35 |
| *Confort* | | -0,75 | -20,18 | -1,82 | 0,44 | 0,06 | -0,35 |
| *Apariencia* | | -0,29 | -7,41 | 0,04 | 0,16 | 0,02 | -0,12 |
| *Cálculo* | **8** | 2,17 | -49,09 | -3,24 | 0,90 | 0,09 | -0,78 |
| *Integridad* | | 2,19 | -23,20 | -1,65 | 0,49 | 0,06 | -0,35 |
| *Confort* | | 2,19 | -23,20 | -1,65 | 0,49 | 0,06 | -0,35 |
| *Apariencia* | | -0,29 | -7,41 | 0,04 | 0,16 | 0,02 | -0,12 |
| *Cálculo* | **9** | -1,78 | -40,88 | 0,19 | 0,76 | 0,06 | -0,69 |
| *Integridad* | | -0,79 | -18,46 | 0,08 | 0,39 | 0,04 | -0,31 |
| *Confort* | | -0,79 | -18,46 | 0,08 | 0,39 | 0,04 | -0,31 |
| *Apariencia* | | -0,29 | -7,41 | 0,04 | 0,16 | 0,02 | -0,12 |
| *Cálculo* | **10** | -0,85 | -20,66 | -5,09 | 0,38 | 0,06 | -0,38 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | -0,12 | -5,95 | -3,17 | 0,14 | 0,03 | -0,12 |
| *Confort* | | -0,12 | -5,95 | -3,17 | 0,14 | 0,03 | -0,12 |
| *Apariencia* | | -0,29 | -7,41 | 0,04 | 0,16 | 0,02 | -0,12 |
| *Cálculo* | **11** | 5,91 | -28,12 | -5,13 | 0,50 | 0,07 | -0,39 |
| *Integridad* | | 4,78 | -10,98 | -2,87 | 0,23 | 0,04 | -0,13 |
| *Confort* | | 4,78 | -10,98 | -2,87 | 0,23 | 0,04 | -0,13 |
| *Apariencia* | | -0,29 | -7,41 | 0,04 | 0,16 | 0,02 | -0,12 |
| *Cálculo* | **12** | -0,62 | -14,45 | 0,05 | 0,28 | 0,03 | -0,24 |
| *Integridad* | | -0,19 | -3,07 | 0,00 | 0,06 | 0,01 | -0,05 |
| *Confort* | | -0,19 | -3,07 | 0,00 | 0,06 | 0,01 | -0,05 |
| *Apariencia* | | -0,29 | -7,41 | 0,04 | 0,16 | 0,02 | -0,12 |
| *Cálculo* | **13** | 0,14 | 2,66 | -5,34 | -0,07 | 0,02 | 0,01 |
| *Integridad* | | 0,36 | 5,92 | -3,22 | -0,12 | 0,01 | 0,08 |
| *Confort* | | 0,36 | 5,92 | -3,22 | -0,12 | 0,01 | 0,08 |
| *Apariencia* | | -0,29 | -7,41 | 0,04 | 0,16 | 0,02 | -0,12 |
| *Cálculo* | **14** | 6,91 | -4,57 | -5,21 | 0,04 | 0,04 | 0,00 |
| *Integridad* | | 5,26 | 0,89 | -2,93 | -0,03 | 0,01 | 0,07 |
| *Confort* | | 5,26 | 0,89 | -2,93 | -0,03 | 0,01 | 0,07 |
| *Apariencia* | | -0,29 | -7,41 | 0,04 | 0,16 | 0,02 | -0,12 |
| *Cálculo* | **15** | 0,36 | 8,25 | -0,02 | -0,17 | -0,02 | 0,14 |
| *Integridad* | | 0,30 | 8,79 | -0,05 | -0,20 | -0,02 | 0,14 |
| *Confort* | | 0,30 | 8,79 | -0,05 | -0,20 | -0,02 | 0,14 |
| *Apariencia* | | -0,29 | -7,41 | 0,04 | 0,16 | 0,02 | -0,12 |

**Nudo : 25**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,10 | -15,79 | 0,76 | 0,28 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -11,15 | 0,54 | 0,22 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,18 | -32,43 | 1,55 | 0,57 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,06 | -10,37 | 0,50 | 0,21 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,06 | -10,37 | 0,50 | 0,21 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -11,15 | 0,54 | 0,22 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,41 | -77,30 | 3,65 | 0,99 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,22 | -35,76 | 1,74 | 0,71 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,22 | -35,76 | 1,74 | 0,71 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -11,15 | 0,54 | 0,22 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | 0,33 | -5,91 | -6,16 | 0,01 | 0,00 | -0,08 |
| *Integridad* | | 0,27 | 6,62 | -4,18 | -0,16 | 0,00 | -0,05 |
| *Confort* | | 0,27 | 6,62 | -4,18 | -0,16 | 0,00 | -0,05 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -11,15 | 0,54 | 0,22 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 6,30 | -7,25 | -5,98 | 0,03 | 0,00 | 0,10 |
| *Integridad* | | 4,66 | 5,68 | -3,88 | -0,14 | 0,00 | 0,07 |
| *Confort* | | 4,66 | 5,68 | -3,88 | -0,14 | 0,00 | 0,07 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -11,15 | 0,54 | 0,22 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | -0,01 | 5,86 | -0,28 | -0,12 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | -0,08 | 13,00 | -0,88 | -0,27 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | -0,08 | 13,00 | -0,88 | -0,27 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -11,15 | 0,54 | 0,22 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | 0,55 | -70,09 | -0,67 | 0,90 | 0,00 | -0,04 |
| *Integridad* | | 0,38 | -31,79 | -0,77 | 0,61 | 0,00 | -0,03 |
| *Confort* | | 0,38 | -31,79 | -0,77 | 0,61 | 0,00 | -0,03 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -11,15 | 0,54 | 0,22 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 4,17 | -70,92 | -0,63 | 0,91 | 0,00 | 0,07 |
| *Integridad* | | 3,01 | -32,35 | -0,59 | 0,62 | 0,00 | 0,04 |
| *Confort* | | 3,01 | -32,35 | -0,59 | 0,62 | 0,00 | 0,04 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -11,15 | 0,54 | 0,22 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,34 | -62,43 | 2,96 | 0,80 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,17 | -27,96 | 1,21 | 0,55 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,17 | -27,96 | 1,21 | 0,55 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -11,15 | 0,54 | 0,22 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | 0,49 | -34,83 | -4,46 | 0,52 | 0,00 | -0,08 |
| *Integridad* | | 0,37 | -11,26 | -3,31 | 0,19 | 0,00 | -0,05 |
| *Confort* | | 0,37 | -11,26 | -3,31 | 0,19 | 0,00 | -0,05 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -11,15 | 0,54 | 0,22 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 6,48 | -36,10 | -4,42 | 0,55 | 0,00 | 0,11 |
| *Integridad* | | 4,76 | -12,20 | -3,01 | 0,21 | 0,00 | 0,07 |
| *Confort* | | 4,76 | -12,20 | -3,01 | 0,21 | 0,00 | 0,07 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -11,15 | 0,54 | 0,22 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,14 | -21,85 | 1,06 | 0,38 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,03 | -4,88 | -0,01 | 0,08 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,03 | -4,88 | -0,01 | 0,08 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -11,15 | 0,54 | 0,22 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | 0,30 | 0,54 | -6,51 | -0,10 | 0,00 | -0,08 |
| *Integridad* | | 0,27 | 6,62 | -4,18 | -0,16 | 0,00 | -0,05 |
| *Confort* | | 0,27 | 6,62 | -4,18 | -0,16 | 0,00 | -0,05 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -11,15 | 0,54 | 0,22 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 6,26 | -0,40 | -6,78 | -0,08 | 0,00 | 0,10 |
| *Integridad* | | 4,66 | 5,68 | -3,88 | -0,14 | 0,00 | 0,07 |
| *Confort* | | 4,66 | 5,68 | -3,88 | -0,14 | 0,00 | 0,07 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -11,15 | 0,54 | 0,22 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | -0,04 | 12,42 | -0,55 | -0,23 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | -0,08 | 13,00 | -0,88 | -0,27 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | -0,08 | 13,00 | -0,88 | -0,27 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -11,15 | 0,54 | 0,22 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 26**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,63 | -10,40 | 0,04 | 0,20 | -0,02 | 0,17 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,45 | -7,35 | 0,04 | 0,16 | -0,02 | 0,12 |
| *Cálculo* | **2** | 1,27 | -21,32 | 0,10 | 0,41 | -0,04 | 0,36 |
| *Integridad* | | 0,41 | -6,83 | 0,03 | 0,15 | -0,02 | 0,11 |
| *Confort* | | 0,41 | -6,83 | 0,03 | 0,15 | -0,02 | 0,11 |
| *Apariencia* | | 0,45 | -7,35 | 0,04 | 0,16 | -0,02 | 0,12 |
| *Cálculo* | **3** | 3,03 | -50,26 | 0,26 | 0,95 | -0,08 | 0,86 |
| *Integridad* | | 1,42 | -23,58 | 0,11 | 0,51 | -0,05 | 0,40 |
| *Confort* | | 1,42 | -23,58 | 0,11 | 0,51 | -0,05 | 0,40 |
| *Apariencia* | | 0,45 | -7,35 | 0,04 | 0,16 | -0,02 | 0,12 |
| *Cálculo* | **4** | 0,05 | -6,84 | -5,15 | 0,10 | -0,04 | 0,07 |
| *Integridad* | | -0,26 | 2,51 | -3,16 | -0,05 | -0,02 | -0,07 |
| *Confort* | | -0,26 | 2,51 | -3,16 | -0,05 | -0,02 | -0,07 |
| *Apariencia* | | 0,45 | -7,35 | 0,04 | 0,16 | -0,02 | 0,12 |
| *Cálculo* | **5** | 6,88 | -1,14 | -5,15 | 0,01 | -0,03 | 0,08 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 4,72 | 6,34 | -3,04 | -0,12 | -0,01 | -0,06 |
| *Confort* | | 4,72 | 6,34 | -3,04 | -0,12 | -0,01 | -0,06 |
| *Apariencia* | | 0,45 | -7,35 | 0,04 | 0,16 | -0,02 | 0,12 |
| *Cálculo* | **6** | -0,16 | 3,97 | -0,01 | -0,08 | 0,01 | -0,07 |
| *Integridad* | | -0,45 | 8,76 | -0,05 | -0,20 | 0,02 | -0,14 |
| *Confort* | | -0,45 | 8,76 | -0,05 | -0,20 | 0,02 | -0,14 |
| *Apariencia* | | 0,45 | -7,35 | 0,04 | 0,16 | -0,02 | 0,12 |
| *Cálculo* | **7** | 2,65 | -47,46 | -3,15 | 0,89 | -0,09 | 0,78 |
| *Integridad* | | 1,27 | -22,07 | -1,79 | 0,48 | -0,06 | 0,35 |
| *Confort* | | 1,27 | -22,07 | -1,79 | 0,48 | -0,06 | 0,35 |
| *Apariencia* | | 0,45 | -7,35 | 0,04 | 0,16 | -0,02 | 0,12 |
| *Cálculo* | **8** | 6,77 | -43,99 | -3,11 | 0,83 | -0,09 | 0,79 |
| *Integridad* | | 4,25 | -19,77 | -1,71 | 0,44 | -0,06 | 0,36 |
| *Confort* | | 4,25 | -19,77 | -1,71 | 0,44 | -0,06 | 0,36 |
| *Apariencia* | | 0,45 | -7,35 | 0,04 | 0,16 | -0,02 | 0,12 |
| *Cálculo* | **9** | 2,49 | -40,59 | 0,19 | 0,77 | -0,06 | 0,69 |
| *Integridad* | | 1,15 | -18,32 | 0,08 | 0,39 | -0,04 | 0,31 |
| *Confort* | | 1,15 | -18,32 | 0,08 | 0,39 | -0,04 | 0,31 |
| *Apariencia* | | 0,45 | -7,35 | 0,04 | 0,16 | -0,02 | 0,12 |
| *Cálculo* | **10** | 1,20 | -25,80 | -5,04 | 0,46 | -0,07 | 0,39 |
| *Integridad* | | 0,45 | -9,28 | -3,11 | 0,20 | -0,04 | 0,13 |
| *Confort* | | 0,45 | -9,28 | -3,11 | 0,20 | -0,04 | 0,13 |
| *Apariencia* | | 0,45 | -7,35 | 0,04 | 0,16 | -0,02 | 0,12 |
| *Cálculo* | **11** | 8,04 | -20,02 | -5,03 | 0,38 | -0,06 | 0,40 |
| *Integridad* | | 5,43 | -5,45 | -2,98 | 0,14 | -0,03 | 0,14 |
| *Confort* | | 5,43 | -5,45 | -2,98 | 0,14 | -0,03 | 0,14 |
| *Apariencia* | | 0,45 | -7,35 | 0,04 | 0,16 | -0,02 | 0,12 |
| *Cálculo* | **12** | 0,93 | -14,30 | 0,05 | 0,28 | -0,03 | 0,24 |
| *Integridad* | | 0,26 | -3,03 | 0,00 | 0,06 | -0,01 | 0,05 |
| *Confort* | | 0,26 | -3,03 | 0,00 | 0,06 | -0,01 | 0,05 |
| *Apariencia* | | 0,45 | -7,35 | 0,04 | 0,16 | -0,02 | 0,12 |
| *Cálculo* | **13** | -0,20 | -2,59 | -5,27 | 0,01 | -0,04 | 0,00 |
| *Integridad* | | -0,26 | 2,51 | -3,16 | -0,05 | -0,02 | -0,07 |
| *Confort* | | -0,26 | 2,51 | -3,16 | -0,05 | -0,02 | -0,07 |
| *Apariencia* | | 0,45 | -7,35 | 0,04 | 0,16 | -0,02 | 0,12 |
| *Cálculo* | **14** | 6,60 | 3,31 | -5,48 | -0,07 | -0,03 | 0,01 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 4,72 | 6,34 | -3,04 | -0,12 | -0,01 | -0,06 |
| *Confort* | | 4,72 | 6,34 | -3,04 | -0,12 | -0,01 | -0,06 |
| *Apariencia* | | 0,45 | -7,35 | 0,04 | 0,16 | -0,02 | 0,12 |
| *Cálculo* | **15** | -0,45 | 8,25 | -0,03 | -0,17 | 0,02 | -0,14 |
| *Integridad* | | -0,45 | 8,76 | -0,05 | -0,20 | 0,02 | -0,14 |
| *Confort* | | -0,45 | 8,76 | -0,05 | -0,20 | 0,02 | -0,14 |
| *Apariencia* | | 0,45 | -7,35 | 0,04 | 0,16 | -0,02 | 0,12 |

**Nudo : 27**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 1,81 | -0,08 | -0,30 | 0,00 | 0,01 | 0,09 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 1,30 | -0,06 | -0,21 | 0,00 | 0,01 | 0,06 |
| *Cálculo* | **2** | 3,66 | -0,15 | -0,60 | -0,01 | 0,02 | 0,19 |
| *Integridad* | | 1,20 | -0,04 | -0,20 | 0,00 | 0,01 | 0,06 |
| *Confort* | | 1,20 | -0,04 | -0,20 | 0,00 | 0,01 | 0,06 |
| *Apariencia* | | 1,30 | -0,06 | -0,21 | 0,00 | 0,01 | 0,06 |
| *Cálculo* | **3** | 8,46 | -0,33 | -1,34 | -0,01 | 0,04 | 0,44 |
| *Integridad* | | 4,14 | -0,15 | -0,69 | -0,01 | 0,03 | 0,21 |
| *Confort* | | 4,14 | -0,15 | -0,69 | -0,01 | 0,03 | 0,21 |
| *Apariencia* | | 1,30 | -0,06 | -0,21 | 0,00 | 0,01 | 0,06 |
| *Cálculo* | **4** | 0,79 | -0,08 | -2,50 | -0,05 | -0,03 | 0,08 |
| *Integridad* | | -0,58 | 0,00 | -1,28 | -0,02 | -0,03 | -0,01 |
| *Confort* | | -0,58 | 0,00 | -1,28 | -0,02 | -0,03 | -0,01 |
| *Apariencia* | | 1,30 | -0,06 | -0,21 | 0,00 | 0,01 | 0,06 |
| *Cálculo* | **5** | 6,89 | -0,08 | -2,51 | -0,05 | -0,03 | -0,07 |
| *Integridad* | | 3,91 | 0,01 | -1,28 | -0,02 | -0,03 | -0,12 |
| *Confort* | | 3,91 | 0,01 | -1,28 | -0,02 | -0,03 | -0,12 |
| *Apariencia* | | 1,30 | -0,06 | -0,21 | 0,00 | 0,01 | 0,06 |
| *Cálculo* | **6** | -0,61 | 0,02 | 0,10 | 0,00 | 0,00 | -0,03 |
| *Integridad* | | -1,45 | 0,05 | 0,32 | 0,00 | -0,01 | -0,07 |
| *Confort* | | -1,45 | 0,05 | 0,32 | 0,00 | -0,01 | -0,07 |
| *Apariencia* | | 1,30 | -0,06 | -0,21 | 0,00 | 0,01 | 0,06 |
| *Cálculo* | **7** | 7,77 | -0,33 | -2,93 | -0,04 | 0,02 | 0,43 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 3,79 | -0,15 | -1,46 | -0,02 | 0,01 | 0,20 |
| *Confort* | | 3,79 | -0,15 | -1,46 | -0,02 | 0,01 | 0,20 |
| *Apariencia* | | 1,30 | -0,06 | -0,21 | 0,00 | 0,01 | 0,06 |
| *Cálculo* | **8** | 11,48 | -0,34 | -2,92 | -0,04 | 0,02 | 0,33 |
| *Integridad* | | 6,48 | -0,15 | -1,45 | -0,02 | 0,01 | 0,14 |
| *Confort* | | 6,48 | -0,15 | -1,45 | -0,02 | 0,01 | 0,14 |
| *Apariencia* | | 1,30 | -0,06 | -0,21 | 0,00 | 0,01 | 0,06 |
| *Cálculo* | **9** | 6,96 | -0,27 | -1,11 | -0,01 | 0,04 | 0,36 |
| *Integridad* | | 3,27 | -0,12 | -0,49 | 0,00 | 0,02 | 0,17 |
| *Confort* | | 3,27 | -0,12 | -0,49 | 0,00 | 0,02 | 0,17 |
| *Apariencia* | | 1,30 | -0,06 | -0,21 | 0,00 | 0,01 | 0,06 |
| *Cálculo* | **10** | 4,03 | -0,20 | -3,12 | -0,05 | -0,02 | 0,25 |
| *Integridad* | | 1,49 | -0,07 | -1,63 | -0,03 | -0,02 | 0,10 |
| *Confort* | | 1,49 | -0,07 | -1,63 | -0,03 | -0,02 | 0,10 |
| *Apariencia* | | 1,30 | -0,06 | -0,21 | 0,00 | 0,01 | 0,06 |
| *Cálculo* | **11** | 10,17 | -0,21 | -3,13 | -0,05 | -0,01 | 0,09 |
| *Integridad* | | 5,98 | -0,07 | -1,62 | -0,03 | -0,01 | -0,01 |
| *Confort* | | 5,98 | -0,07 | -1,62 | -0,03 | -0,01 | -0,01 |
| *Apariencia* | | 1,30 | -0,06 | -0,21 | 0,00 | 0,01 | 0,06 |
| *Cálculo* | **12** | 2,58 | -0,10 | -0,41 | -0,01 | 0,01 | 0,13 |
| *Integridad* | | 0,62 | -0,02 | -0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,03 |
| *Confort* | | 0,62 | -0,02 | -0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,03 |
| *Apariencia* | | 1,30 | -0,06 | -0,21 | 0,00 | 0,01 | 0,06 |
| *Cálculo* | **13** | 0,04 | -0,04 | -2,37 | -0,04 | -0,04 | 0,05 |
| *Integridad* | | -0,58 | 0,00 | -1,28 | -0,02 | -0,03 | -0,01 |
| *Confort* | | -0,58 | 0,00 | -1,28 | -0,02 | -0,03 | -0,01 |
| *Apariencia* | | 1,30 | -0,06 | -0,21 | 0,00 | 0,01 | 0,06 |
| *Cálculo* | **14** | 6,08 | -0,04 | -2,40 | -0,05 | -0,04 | -0,11 |
| *Integridad* | | 3,91 | 0,01 | -1,28 | -0,02 | -0,03 | -0,12 |
| *Confort* | | 3,91 | 0,01 | -1,28 | -0,02 | -0,03 | -0,12 |
| *Apariencia* | | 1,30 | -0,06 | -0,21 | 0,00 | 0,01 | 0,06 |
| *Cálculo* | **15** | -1,42 | 0,05 | 0,20 | 0,00 | -0,01 | -0,06 |
| *Integridad* | | -1,45 | 0,05 | 0,32 | 0,00 | -0,01 | -0,07 |
| *Confort* | | -1,45 | 0,05 | 0,32 | 0,00 | -0,01 | -0,07 |
| *Apariencia* | | 1,30 | -0,06 | -0,21 | 0,00 | 0,01 | 0,06 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

**Nudo : 28**

| Clase | Combinación | Desp. X | Desp. Y | Desp. Z | Giro X | Giro Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 29**

| Clase | Combinación | Desp. X | Desp. Y | Desp. Z | Giro X | Giro Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 30**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | -2,71 | -0,07 | -0,21 | 0,00 | -0,01 | -0,13 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | -0,15 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **2** | -5,49 | -0,14 | -0,43 | 0,00 | -0,01 | -0,26 |
| *Integridad* | | -1,91 | -0,04 | -0,14 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Confort* | | -1,91 | -0,04 | -0,14 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | -0,15 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **3** | -11,90 | -0,32 | -0,96 | -0,01 | -0,02 | -0,61 |
| *Integridad* | | -6,60 | -0,15 | -0,49 | 0,00 | -0,01 | -0,30 |
| *Confort* | | -6,60 | -0,15 | -0,49 | 0,00 | -0,01 | -0,30 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | -0,15 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **4** | -1,68 | 0,00 | -2,54 | -0,02 | 0,03 | 0,02 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,69 | 0,05 | -1,35 | -0,01 | 0,02 | 0,09 |
| *Confort* | | 0,69 | 0,05 | -1,35 | -0,01 | 0,02 | 0,09 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | -0,15 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **5** | 5,10 | -0,10 | -2,60 | -0,02 | 0,03 | -0,19 |
| *Integridad* | | 5,24 | -0,01 | -1,37 | -0,01 | 0,02 | -0,04 |
| *Confort* | | 5,24 | -0,01 | -1,37 | -0,01 | 0,02 | -0,04 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | -0,15 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **6** | 1,08 | 0,02 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,04 |
| *Integridad* | | 2,51 | 0,06 | 0,23 | 0,00 | 0,01 | 0,11 |
| *Confort* | | 2,51 | 0,06 | 0,23 | 0,00 | 0,01 | 0,11 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | -0,15 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **7** | -11,39 | -0,27 | -2,69 | -0,02 | 0,00 | -0,52 |
| *Integridad* | | -6,18 | -0,12 | -1,30 | -0,01 | 0,00 | -0,25 |
| *Confort* | | -6,18 | -0,12 | -1,30 | -0,01 | 0,00 | -0,25 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | -0,15 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **8** | -7,25 | -0,32 | -2,72 | -0,02 | 0,00 | -0,64 |
| *Integridad* | | -3,45 | -0,16 | -1,31 | -0,01 | 0,00 | -0,33 |
| *Confort* | | -3,45 | -0,16 | -1,31 | -0,01 | 0,00 | -0,33 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | -0,15 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **9** | -9,83 | -0,26 | -0,79 | -0,01 | -0,02 | -0,50 |
| *Integridad* | | -5,09 | -0,11 | -0,35 | 0,00 | -0,01 | -0,24 |
| *Confort* | | -5,09 | -0,11 | -0,35 | 0,00 | -0,01 | -0,24 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | -0,15 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **10** | -6,52 | -0,12 | -3,01 | -0,02 | 0,02 | -0,22 |
| *Integridad* | | -2,61 | -0,02 | -1,60 | -0,01 | 0,02 | -0,06 |
| *Confort* | | -2,61 | -0,02 | -1,60 | -0,01 | 0,02 | -0,06 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | -0,15 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **11** | 0,32 | -0,21 | -3,06 | -0,03 | 0,03 | -0,42 |
| *Integridad* | | 1,94 | -0,09 | -1,62 | -0,01 | 0,01 | -0,19 |
| *Confort* | | 1,94 | -0,09 | -1,62 | -0,01 | 0,01 | -0,19 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | -0,15 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **12** | -3,80 | -0,09 | -0,29 | 0,00 | -0,01 | -0,19 |
| *Integridad* | | -0,79 | -0,01 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,04 |
| *Confort* | | -0,79 | -0,01 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,04 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | -0,15 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **13** | -0,57 | 0,03 | -2,42 | -0,02 | 0,03 | 0,07 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,69 | 0,05 | -1,35 | -0,01 | 0,02 | 0,09 |
| *Confort* | | 0,69 | 0,05 | -1,35 | -0,01 | 0,02 | 0,09 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | -0,15 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **14** | 6,22 | -0,07 | -2,45 | -0,02 | 0,03 | -0,13 |
| *Integridad* | | 5,24 | -0,01 | -1,37 | -0,01 | 0,02 | -0,04 |
| *Confort* | | 5,24 | -0,01 | -1,37 | -0,01 | 0,02 | -0,04 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | -0,15 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **15** | 2,22 | 0,05 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Integridad* | | 2,51 | 0,06 | 0,23 | 0,00 | 0,01 | 0,11 |
| *Confort* | | 2,51 | 0,06 | 0,23 | 0,00 | 0,01 | 0,11 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | -0,15 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |

**Nudo : 31**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | -0,92 | -15,24 | 0,03 | 0,03 | 0,00 | -0,27 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | -0,68 | -11,19 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **2** | -1,88 | -31,44 | 0,05 | 0,06 | -0,01 | -0,55 |
| *Integridad* | | -0,65 | -10,53 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | -0,19 |
| *Confort* | | -0,65 | -10,53 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | -0,19 |
| *Apariencia* | | -0,68 | -11,19 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **3** | -4,12 | -71,92 | 0,11 | 0,12 | -0,02 | -1,26 |
| *Integridad* | | -2,24 | -36,31 | 0,08 | 0,08 | -0,01 | -0,64 |
| *Confort* | | -2,24 | -36,31 | 0,08 | 0,08 | -0,01 | -0,64 |
| *Apariencia* | | -0,68 | -11,19 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **4** | -1,36 | -2,93 | -5,34 | 0,03 | 0,04 | -0,10 |
| *Integridad* | | -0,29 | 8,08 | -3,23 | 0,00 | 0,02 | 0,11 |
| *Confort* | | -0,29 | 8,08 | -3,23 | 0,00 | 0,02 | 0,11 |
| *Apariencia* | | -0,68 | -11,19 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **5** | 6,50 | -11,72 | -5,32 | 0,02 | 0,03 | -0,12 |
| *Integridad* | | 4,98 | 2,19 | -2,92 | -0,01 | 0,02 | 0,09 |
| *Confort* | | 4,98 | 2,19 | -2,92 | -0,01 | 0,02 | 0,09 |
| *Apariencia* | | -0,68 | -11,19 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **6** | 0,36 | 6,24 | -0,01 | -0,02 | 0,00 | 0,11 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,85 | 14,08 | -0,04 | -0,04 | 0,00 | 0,25 |
| *Confort* | | 0,85 | 14,08 | -0,04 | -0,04 | 0,00 | 0,25 |
| *Apariencia* | | -0,68 | -11,19 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **7** | -4,38 | -64,22 | -3,34 | 0,13 | 0,01 | -1,16 |
| *Integridad* | | -2,41 | -31,46 | -1,86 | 0,08 | 0,01 | -0,58 |
| *Confort* | | -2,41 | -31,46 | -1,86 | 0,08 | 0,01 | -0,58 |
| *Apariencia* | | -0,68 | -11,19 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **8** | 0,31 | -69,58 | -3,37 | 0,12 | 0,00 | -1,17 |
| *Integridad* | | 0,75 | -35,00 | -1,67 | 0,08 | 0,01 | -0,58 |
| *Confort* | | 0,75 | -35,00 | -1,67 | 0,08 | 0,01 | -0,58 |
| *Apariencia* | | -0,68 | -11,19 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **9** | -3,39 | -58,14 | 0,09 | 0,10 | -0,01 | -1,02 |
| *Integridad* | | -1,73 | -27,86 | 0,06 | 0,06 | 0,00 | -0,49 |
| *Confort* | | -1,73 | -27,86 | 0,06 | 0,06 | 0,00 | -0,49 |
| *Apariencia* | | -0,68 | -11,19 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **10** | -3,00 | -30,84 | -5,14 | 0,08 | 0,02 | -0,59 |
| *Integridad* | | -1,41 | -10,08 | -3,19 | 0,04 | 0,02 | -0,21 |
| *Confort* | | -1,41 | -10,08 | -3,19 | 0,04 | 0,02 | -0,21 |
| *Apariencia* | | -0,68 | -11,19 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **11** | 4,84 | -39,69 | -5,18 | 0,07 | 0,02 | -0,62 |
| *Integridad* | | 3,86 | -15,97 | -2,88 | 0,03 | 0,02 | -0,23 |
| *Confort* | | 3,86 | -15,97 | -2,88 | 0,03 | 0,02 | -0,23 |
| *Apariencia* | | -0,68 | -11,19 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **12** | -1,30 | -21,12 | 0,03 | 0,04 | 0,00 | -0,37 |
| *Integridad* | | -0,27 | -4,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,07 |
| *Confort* | | -0,27 | -4,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,07 |
| *Apariencia* | | -0,68 | -11,19 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **13** | -0,98 | 3,26 | -5,33 | 0,02 | 0,04 | 0,01 |
| *Integridad* | | -0,29 | 8,08 | -3,23 | 0,00 | 0,02 | 0,11 |
| *Confort* | | -0,29 | 8,08 | -3,23 | 0,00 | 0,02 | 0,11 |
| *Apariencia* | | -0,68 | -11,19 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **14** | 6,88 | -5,44 | -5,18 | 0,01 | 0,04 | -0,01 |
| *Integridad* | | 4,98 | 2,19 | -2,92 | -0,01 | 0,02 | 0,09 |
| *Confort* | | 4,98 | 2,19 | -2,92 | -0,01 | 0,02 | 0,09 |
| *Apariencia* | | -0,68 | -11,19 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **15** | 0,75 | 12,38 | -0,02 | -0,03 | 0,00 | 0,22 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | 0,85 | 14,08 | -0,04 | -0,04 | 0,00 | 0,25 |
| *Confort* | 0,85 | 14,08 | -0,04 | -0,04 | 0,00 | 0,25 |
| *Apariencia* | -0,68 | -11,19 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | -0,20 |

**Nudo : 32**

| Clase | Combinación | Desp. X | Desp. Y | Desp. Z | Giro X | Giro Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,09 | -23,95 | 0,53 | 0,07 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,58 | 0,39 | 0,06 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,17 | -49,40 | 1,06 | 0,15 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,05 | -16,54 | 0,36 | 0,05 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,05 | -16,54 | 0,36 | 0,05 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,58 | 0,39 | 0,06 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,37 | -112,67 | 2,39 | 0,37 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,19 | -57,04 | 1,24 | 0,19 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,19 | -57,04 | 1,24 | 0,19 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,58 | 0,39 | 0,06 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | -0,57 | -9,53 | -6,28 | 0,07 | 0,00 | -0,09 |
| *Integridad* | | -0,43 | 9,41 | -4,08 | 0,00 | 0,00 | -0,06 |
| *Confort* | | -0,43 | 9,41 | -4,08 | 0,00 | 0,00 | -0,06 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,58 | 0,39 | 0,06 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 6,42 | -11,41 | -6,11 | 0,07 | 0,00 | 0,12 |
| *Integridad* | | 4,26 | 8,15 | -3,79 | 0,00 | 0,00 | 0,08 |
| *Confort* | | 4,26 | 8,15 | -3,79 | 0,00 | 0,00 | 0,08 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,58 | 0,39 | 0,06 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | 0,00 | 9,76 | -0,20 | -0,04 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | -0,06 | 22,07 | -0,63 | -0,09 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | -0,06 | 22,07 | -0,63 | -0,09 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,58 | 0,39 | 0,06 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | -0,02 | -103,62 | -1,83 | 0,37 | 0,00 | -0,05 |
| *Integridad* | | -0,07 | -51,39 | -1,21 | 0,19 | 0,00 | -0,03 |
| *Confort* | | -0,07 | -51,39 | -1,21 | 0,19 | 0,00 | -0,03 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,58 | 0,39 | 0,06 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 4,20 | -104,79 | -1,81 | 0,37 | 0,00 | 0,07 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 2,74 | -52,15 | -1,04 | 0,19 | 0,00 | 0,05 |
| *Confort* | | 2,74 | -52,15 | -1,04 | 0,19 | 0,00 | 0,05 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,58 | 0,39 | 0,06 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,31 | -91,11 | 1,97 | 0,30 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,15 | -43,80 | 0,86 | 0,13 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,15 | -43,80 | 0,86 | 0,13 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,58 | 0,39 | 0,06 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | -0,42 | -53,40 | -5,01 | 0,20 | 0,00 | -0,09 |
| *Integridad* | | -0,34 | -19,11 | -3,46 | 0,09 | 0,00 | -0,06 |
| *Confort* | | -0,34 | -19,11 | -3,46 | 0,09 | 0,00 | -0,06 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,58 | 0,39 | 0,06 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 6,59 | -55,31 | -4,98 | 0,20 | 0,00 | 0,12 |
| *Integridad* | | 4,35 | -20,37 | -3,17 | 0,09 | 0,00 | 0,08 |
| *Confort* | | 4,35 | -20,37 | -3,17 | 0,09 | 0,00 | 0,08 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,58 | 0,39 | 0,06 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,14 | -33,22 | 0,74 | 0,10 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,03 | -6,45 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,03 | -6,45 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,58 | 0,39 | 0,06 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | -0,61 | 0,20 | -6,54 | 0,04 | 0,00 | -0,09 |
| *Integridad* | | -0,43 | 9,41 | -4,08 | 0,00 | 0,00 | -0,06 |
| *Confort* | | -0,43 | 9,41 | -4,08 | 0,00 | 0,00 | -0,06 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,58 | 0,39 | 0,06 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 6,38 | -1,55 | -6,85 | 0,05 | 0,00 | 0,12 |
| *Integridad* | | 4,26 | 8,15 | -3,79 | 0,00 | 0,00 | 0,08 |
| *Confort* | | 4,26 | 8,15 | -3,79 | 0,00 | 0,00 | 0,08 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,58 | 0,39 | 0,06 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | -0,04 | 19,41 | -0,40 | -0,06 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | -0,06 | 22,07 | -0,63 | -0,09 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | -0,06 | 22,07 | -0,63 | -0,09 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,58 | 0,39 | 0,06 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 33**

| Clase | Combinación | Desp. X | Desp. Y | Desp. Z | Giro X | Giro Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 1,10 | -15,17 | 0,03 | 0,03 | 0,00 | 0,27 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,82 | -11,14 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **2** | 2,24 | -31,30 | 0,05 | 0,06 | 0,01 | 0,55 |
| *Integridad* | | 0,76 | -10,48 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,19 |
| *Confort* | | 0,76 | -10,48 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,19 |
| *Apariencia* | | 0,82 | -11,14 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **3** | 4,90 | -71,59 | 0,11 | 0,13 | 0,02 | 1,26 |
| *Integridad* | | 2,63 | -36,15 | 0,08 | 0,09 | 0,01 | 0,64 |
| *Confort* | | 2,63 | -36,15 | 0,08 | 0,09 | 0,01 | 0,64 |
| *Apariencia* | | 0,82 | -11,14 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **4** | -0,57 | -9,28 | -5,14 | 0,02 | -0,04 | 0,11 |
| *Integridad* | | -1,11 | 3,81 | -3,17 | -0,01 | -0,02 | -0,10 |
| *Confort* | | -1,11 | 3,81 | -3,17 | -0,01 | -0,02 | -0,10 |
| *Apariencia* | | 0,82 | -11,14 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **5** | 7,44 | -2,90 | -5,15 | 0,04 | -0,04 | 0,13 |
| *Integridad* | | 4,27 | 8,08 | -3,05 | 0,01 | -0,02 | -0,09 |
| *Confort* | | 4,27 | 8,08 | -3,05 | 0,01 | -0,02 | -0,09 |
| *Apariencia* | | 0,82 | -11,14 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **6** | -0,37 | 6,28 | -0,01 | -0,02 | 0,00 | -0,11 |
| *Integridad* | | -0,97 | 14,05 | -0,04 | -0,04 | 0,00 | -0,25 |
| *Confort* | | -0,97 | 14,05 | -0,04 | -0,04 | 0,00 | -0,25 |
| *Apariencia* | | 0,82 | -11,14 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **7** | 3,95 | -67,78 | -3,29 | 0,13 | -0,01 | 1,17 |
| *Integridad* | | 1,97 | -33,87 | -1,82 | 0,08 | -0,01 | 0,58 |
| *Confort* | | 1,97 | -33,87 | -1,82 | 0,08 | -0,01 | 0,58 |
| *Apariencia* | | 0,82 | -11,14 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **8** | 8,73 | -63,93 | -3,25 | 0,14 | -0,01 | 1,18 |
| *Integridad* | | 5,20 | -31,30 | -1,75 | 0,09 | -0,01 | 0,59 |
| *Confort* | | 5,20 | -31,30 | -1,75 | 0,09 | -0,01 | 0,59 |
| *Apariencia* | | 0,82 | -11,14 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **9** | 4,05 | -57,84 | 0,09 | 0,10 | 0,01 | 1,02 |
| *Integridad* | | 2,05 | -27,72 | 0,06 | 0,06 | 0,00 | 0,49 |
| *Confort* | | 2,05 | -27,72 | 0,06 | 0,06 | 0,00 | 0,49 |
| *Apariencia* | | 0,82 | -11,14 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **10** | 1,42 | -37,09 | -5,09 | 0,08 | -0,03 | 0,61 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,21 | -14,27 | -3,13 | 0,04 | -0,02 | 0,22 |
| *Confort* | | 0,21 | -14,27 | -3,13 | 0,04 | -0,02 | 0,22 |
| *Apariencia* | | 0,82 | -11,14 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **11** | 9,40 | -30,69 | -5,08 | 0,09 | -0,03 | 0,62 |
| *Integridad* | | 5,59 | -9,99 | -3,01 | 0,05 | -0,02 | 0,23 |
| *Confort* | | 5,59 | -9,99 | -3,01 | 0,05 | -0,02 | 0,23 |
| *Apariencia* | | 0,82 | -11,14 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **12** | 1,59 | -20,96 | 0,03 | 0,04 | 0,00 | 0,37 |
| *Integridad* | | 0,35 | -4,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,07 |
| *Confort* | | 0,35 | -4,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,07 |
| *Apariencia* | | 0,82 | -11,14 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **13** | -1,02 | -3,12 | -5,27 | 0,01 | -0,04 | 0,00 |
| *Integridad* | | -1,11 | 3,81 | -3,17 | -0,01 | -0,02 | -0,10 |
| *Confort* | | -1,11 | 3,81 | -3,17 | -0,01 | -0,02 | -0,10 |
| *Apariencia* | | 0,82 | -11,14 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **14** | 6,98 | 3,33 | -5,47 | 0,03 | -0,04 | 0,02 |
| *Integridad* | | 4,27 | 8,08 | -3,05 | 0,01 | -0,02 | -0,09 |
| *Confort* | | 4,27 | 8,08 | -3,05 | 0,01 | -0,02 | -0,09 |
| *Apariencia* | | 0,82 | -11,14 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **15** | -0,82 | 12,39 | -0,02 | -0,03 | 0,00 | -0,22 |
| *Integridad* | | -0,97 | 14,05 | -0,04 | -0,04 | 0,00 | -0,25 |
| *Confort* | | -0,97 | 14,05 | -0,04 | -0,04 | 0,00 | -0,25 |
| *Apariencia* | | 0,82 | -11,14 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | 0,20 |

**Nudo : 34**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 2,88 | -0,10 | -0,21 | 0,00 | 0,01 | 0,12 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | -0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **2** | 5,83 | -0,20 | -0,43 | 0,00 | 0,01 | 0,26 |
| *Integridad* | | 2,02 | -0,06 | -0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Confort* | | 2,02 | -0,06 | -0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | -0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **3** | 12,65 | -0,44 | -0,96 | -0,01 | 0,02 | 0,60 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 6,97 | -0,21 | -0,49 | 0,00 | 0,01 | 0,30 |
| *Confort* | | 6,97 | -0,21 | -0,49 | 0,00 | 0,01 | 0,30 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | -0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **4** | 0,54 | -0,07 | -2,43 | -0,02 | -0,03 | 0,11 |
| *Integridad* | | -1,56 | 0,02 | -1,29 | -0,01 | -0,03 | -0,01 |
| *Confort* | | -1,56 | 0,02 | -1,29 | -0,01 | -0,03 | -0,01 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | -0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **5** | 7,74 | -0,08 | -2,43 | -0,02 | -0,03 | -0,07 |
| *Integridad* | | 3,28 | 0,02 | -1,28 | -0,01 | -0,02 | -0,13 |
| *Confort* | | 3,28 | 0,02 | -1,28 | -0,01 | -0,02 | -0,13 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | -0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **6** | -1,09 | 0,03 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | -0,04 |
| *Integridad* | | -2,63 | 0,09 | 0,23 | 0,00 | -0,01 | -0,11 |
| *Confort* | | -2,63 | 0,09 | 0,23 | 0,00 | -0,01 | -0,11 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | -0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **7** | 11,33 | -0,42 | -2,57 | -0,02 | -0,01 | 0,58 |
| *Integridad* | | 6,04 | -0,20 | -1,26 | -0,01 | 0,00 | 0,29 |
| *Confort* | | 6,04 | -0,20 | -1,26 | -0,01 | 0,00 | 0,29 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | -0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **8** | 15,70 | -0,44 | -2,56 | -0,02 | 0,00 | 0,48 |
| *Integridad* | | 8,94 | -0,20 | -1,26 | -0,01 | 0,00 | 0,22 |
| *Confort* | | 8,94 | -0,20 | -1,26 | -0,01 | 0,00 | 0,22 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | -0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **9** | 10,46 | -0,35 | -0,79 | -0,01 | 0,02 | 0,49 |
| *Integridad* | | 5,39 | -0,16 | -0,35 | 0,00 | 0,01 | 0,23 |
| *Confort* | | 5,39 | -0,16 | -0,35 | 0,00 | 0,01 | 0,23 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | -0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **10** | 5,65 | -0,24 | -2,91 | -0,02 | -0,03 | 0,34 |
| *Integridad* | | 1,93 | -0,09 | -1,53 | -0,01 | -0,02 | 0,14 |
| *Confort* | | 1,93 | -0,09 | -1,53 | -0,01 | -0,02 | 0,14 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | -0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **11** | 12,89 | -0,26 | -2,91 | -0,02 | -0,02 | 0,16 |
| *Integridad* | | 6,76 | -0,08 | -1,52 | -0,01 | -0,02 | 0,02 |
| *Confort* | | 6,76 | -0,08 | -1,52 | -0,01 | -0,02 | 0,02 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | -0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **12** | 4,07 | -0,13 | -0,29 | 0,00 | 0,01 | 0,18 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,85 | -0,02 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,04 |
| *Confort* | | 0,85 | -0,02 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,04 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | -0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **13** | -0,64 | -0,03 | -2,33 | -0,02 | -0,04 | 0,06 |
| *Integridad* | | -1,56 | 0,02 | -1,29 | -0,01 | -0,03 | -0,01 |
| *Confort* | | -1,56 | 0,02 | -1,29 | -0,01 | -0,03 | -0,01 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | -0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **14** | 6,54 | -0,03 | -2,34 | -0,02 | -0,04 | -0,12 |
| *Integridad* | | 3,28 | 0,02 | -1,28 | -0,01 | -0,02 | -0,13 |
| *Confort* | | 3,28 | 0,02 | -1,28 | -0,01 | -0,02 | -0,13 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | -0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **15** | -2,30 | 0,07 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Integridad* | | -2,63 | 0,09 | 0,23 | 0,00 | -0,01 | -0,11 |
| *Confort* | | -2,63 | 0,09 | 0,23 | 0,00 | -0,01 | -0,11 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | -0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |

**Nudo : 35**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 36**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

**Nudo : 37**

| Clase | Combinación | Desp. X | Desp. Y | Desp. Z | Giro X | Giro Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | -2,77 | -0,07 | -0,13 | 0,00 | 0,00 | -0,13 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | -2,08 | -0,05 | -0,09 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **2** | -5,61 | -0,14 | -0,26 | 0,00 | 0,00 | -0,27 |
| *Integridad* | | -1,97 | -0,04 | -0,08 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Confort* | | -1,97 | -0,04 | -0,08 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Apariencia* | | -2,08 | -0,05 | -0,09 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **3** | -12,23 | -0,33 | -0,58 | -0,01 | 0,00 | -0,62 |
| *Integridad* | | -6,79 | -0,15 | -0,29 | 0,00 | 0,00 | -0,31 |
| *Confort* | | -6,79 | -0,15 | -0,29 | 0,00 | 0,00 | -0,31 |
| *Apariencia* | | -2,08 | -0,05 | -0,09 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **4** | -1,83 | 0,00 | -2,46 | -0,02 | 0,04 | 0,01 |
| *Integridad* | | 0,64 | 0,05 | -1,36 | -0,01 | 0,02 | 0,09 |
| *Confort* | | 0,64 | 0,05 | -1,36 | -0,01 | 0,02 | 0,09 |
| *Apariencia* | | -2,08 | -0,05 | -0,09 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **5** | 4,87 | -0,10 | -2,52 | -0,02 | 0,04 | -0,19 |
| *Integridad* | | 5,09 | -0,01 | -1,39 | -0,01 | 0,02 | -0,04 |
| *Confort* | | 5,09 | -0,01 | -1,39 | -0,01 | 0,02 | -0,04 |
| *Apariencia* | | -2,08 | -0,05 | -0,09 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **6** | 1,14 | 0,02 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,04 |
| *Integridad* | | 2,63 | 0,06 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,11 |
| *Confort* | | 2,63 | 0,06 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,11 |
| *Apariencia* | | -2,08 | -0,05 | -0,09 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **7** | -11,76 | -0,28 | -2,33 | -0,02 | 0,02 | -0,53 |
| *Integridad* | | -6,40 | -0,12 | -1,11 | -0,01 | 0,01 | -0,25 |
| *Confort* | | -6,40 | -0,12 | -1,11 | -0,01 | 0,01 | -0,25 |
| *Apariencia* | | -2,08 | -0,05 | -0,09 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **8** | -7,68 | -0,32 | -2,37 | -0,02 | 0,02 | -0,65 |
| *Integridad* | | -3,73 | -0,16 | -1,12 | -0,01 | 0,01 | -0,33 |
| *Confort* | | -3,73 | -0,16 | -1,12 | -0,01 | 0,01 | -0,33 |
| *Apariencia* | | -2,08 | -0,05 | -0,09 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **9** | -10,11 | -0,26 | -0,48 | 0,00 | 0,00 | -0,50 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | -5,21 | -0,11 | -0,21 | 0,00 | 0,00 | -0,24 |
| *Confort* | | -5,21 | -0,11 | -0,21 | 0,00 | 0,00 | -0,24 |
| *Apariencia* | | -2,08 | -0,05 | -0,09 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **10** | -6,76 | -0,12 | -2,79 | -0,03 | 0,04 | -0,23 |
| *Integridad* | | -2,75 | -0,03 | -1,50 | -0,01 | 0,02 | -0,06 |
| *Confort* | | -2,75 | -0,03 | -1,50 | -0,01 | 0,02 | -0,06 |
| *Apariencia* | | -2,08 | -0,05 | -0,09 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **11** | 0,00 | -0,21 | -2,85 | -0,03 | 0,04 | -0,43 |
| *Integridad* | | 1,70 | -0,09 | -1,53 | -0,01 | 0,02 | -0,19 |
| *Confort* | | 1,70 | -0,09 | -1,53 | -0,01 | 0,02 | -0,19 |
| *Apariencia* | | -2,08 | -0,05 | -0,09 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **12** | -3,88 | -0,09 | -0,17 | 0,00 | 0,00 | -0,19 |
| *Integridad* | | -0,76 | -0,01 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,04 |
| *Confort* | | -0,76 | -0,01 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,04 |
| *Apariencia* | | -2,08 | -0,05 | -0,09 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **13** | -0,69 | 0,03 | -2,37 | -0,02 | 0,04 | 0,06 |
| *Integridad* | | 0,64 | 0,05 | -1,36 | -0,01 | 0,02 | 0,09 |
| *Confort* | | 0,64 | 0,05 | -1,36 | -0,01 | 0,02 | 0,09 |
| *Apariencia* | | -2,08 | -0,05 | -0,09 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **14** | 6,00 | -0,07 | -2,41 | -0,02 | 0,03 | -0,14 |
| *Integridad* | | 5,09 | -0,01 | -1,39 | -0,01 | 0,02 | -0,04 |
| *Confort* | | 5,09 | -0,01 | -1,39 | -0,01 | 0,02 | -0,04 |
| *Apariencia* | | -2,08 | -0,05 | -0,09 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **15** | 2,29 | 0,05 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,10 |
| *Integridad* | | 2,63 | 0,06 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,11 |
| *Confort* | | 2,63 | 0,06 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,11 |
| *Apariencia* | | -2,08 | -0,05 | -0,09 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |

**Nudo : 38**

| Clase | Combinación | Desp. X | Desp. Y | Desp. Z | Giro X | Giro Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | -0,95 | -15,50 | 0,02 | -0,01 | -0,01 | -0,28 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | -0,71 | -11,42 | 0,02 | -0,01 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **2** | -1,94 | -32,01 | 0,03 | -0,01 | -0,01 | -0,57 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | -0,68 | -10,77 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,19 |
| *Confort* | | -0,68 | -10,77 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,19 |
| *Apariencia* | | -0,71 | -11,42 | 0,02 | -0,01 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **3** | -4,30 | -73,38 | 0,06 | -0,02 | -0,03 | -1,30 |
| *Integridad* | | -2,33 | -37,16 | 0,05 | -0,02 | -0,01 | -0,66 |
| *Confort* | | -2,33 | -37,16 | 0,05 | -0,02 | -0,01 | -0,66 |
| *Apariencia* | | -0,71 | -11,42 | 0,02 | -0,01 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **4** | -1,41 | -3,66 | -5,35 | 0,00 | 0,03 | -0,12 |
| *Integridad* | | -0,31 | 7,83 | -3,24 | 0,01 | 0,02 | 0,10 |
| *Confort* | | -0,31 | 7,83 | -3,24 | 0,01 | 0,02 | 0,10 |
| *Apariencia* | | -0,71 | -11,42 | 0,02 | -0,01 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **5** | 6,33 | -12,23 | -5,33 | 0,00 | 0,03 | -0,14 |
| *Integridad* | | 4,85 | 2,14 | -2,90 | 0,01 | 0,02 | 0,09 |
| *Confort* | | 4,85 | 2,14 | -2,90 | 0,01 | 0,02 | 0,09 |
| *Apariencia* | | -0,71 | -11,42 | 0,02 | -0,01 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **6** | 0,39 | 6,49 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,12 |
| *Integridad* | | 0,90 | 14,64 | -0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,26 |
| *Confort* | | 0,90 | 14,64 | -0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,26 |
| *Apariencia* | | -0,71 | -11,42 | 0,02 | -0,01 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **7** | -4,57 | -66,00 | -3,38 | -0,02 | -0,01 | -1,20 |
| *Integridad* | | -2,52 | -32,46 | -1,89 | -0,01 | 0,00 | -0,60 |
| *Confort* | | -2,52 | -32,46 | -1,89 | -0,01 | 0,00 | -0,60 |
| *Apariencia* | | -0,71 | -11,42 | 0,02 | -0,01 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **8** | 0,05 | -71,24 | -3,41 | -0,02 | -0,01 | -1,21 |
| *Integridad* | | 0,58 | -35,87 | -1,69 | -0,01 | 0,00 | -0,61 |
| *Confort* | | 0,58 | -35,87 | -1,69 | -0,01 | 0,00 | -0,61 |
| *Apariencia* | | -0,71 | -11,42 | 0,02 | -0,01 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **9** | -3,54 | -59,36 | 0,05 | -0,02 | -0,02 | -1,05 |
| *Integridad* | | -1,79 | -28,37 | 0,04 | -0,01 | -0,01 | -0,50 |
| *Confort* | | -1,79 | -28,37 | 0,04 | -0,01 | -0,01 | -0,50 |
| *Apariencia* | | -0,71 | -11,42 | 0,02 | -0,01 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **10** | -3,11 | -32,03 | -5,16 | -0,01 | 0,02 | -0,62 |
| *Integridad* | | -1,48 | -10,75 | -3,21 | 0,00 | 0,02 | -0,22 |
| *Confort* | | -1,48 | -10,75 | -3,21 | 0,00 | 0,02 | -0,22 |
| *Apariencia* | | -0,71 | -11,42 | 0,02 | -0,01 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **11** | 4,62 | -40,68 | -5,20 | -0,01 | 0,02 | -0,64 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 3,68 | -16,44 | -2,88 | 0,00 | 0,01 | -0,24 |
| *Confort* | | 3,68 | -16,44 | -2,88 | 0,00 | 0,01 | -0,24 |
| *Apariencia* | | -0,71 | -11,42 | 0,02 | -0,01 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **12** | -1,34 | -21,50 | 0,02 | -0,01 | -0,01 | -0,38 |
| *Integridad* | | -0,27 | -3,94 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,07 |
| *Confort* | | -0,27 | -3,94 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,07 |
| *Apariencia* | | -0,71 | -11,42 | 0,02 | -0,01 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **13** | -1,03 | 2,63 | -5,33 | 0,01 | 0,04 | 0,00 |
| *Integridad* | | -0,31 | 7,83 | -3,24 | 0,01 | 0,02 | 0,10 |
| *Confort* | | -0,31 | 7,83 | -3,24 | 0,01 | 0,02 | 0,10 |
| *Apariencia* | | -0,71 | -11,42 | 0,02 | -0,01 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **14** | 6,71 | -5,93 | -5,14 | 0,01 | 0,04 | -0,03 |
| *Integridad* | | 4,85 | 2,14 | -2,90 | 0,01 | 0,02 | 0,09 |
| *Confort* | | 4,85 | 2,14 | -2,90 | 0,01 | 0,02 | 0,09 |
| *Apariencia* | | -0,71 | -11,42 | 0,02 | -0,01 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **15** | 0,78 | 12,69 | -0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,23 |
| *Integridad* | | 0,90 | 14,64 | -0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,26 |
| *Confort* | | 0,90 | 14,64 | -0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,26 |
| *Apariencia* | | -0,71 | -11,42 | 0,02 | -0,01 | 0,00 | -0,20 |

**Nudo : 39**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,09 | -24,46 | 0,32 | -0,02 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -18,02 | 0,23 | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,17 | -50,48 | 0,64 | -0,03 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,05 | -16,99 | 0,22 | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,05 | -16,99 | 0,22 | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -18,02 | 0,23 | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,36 | -115,71 | 1,43 | -0,07 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,18 | -58,62 | 0,74 | -0,04 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,18 | -58,62 | 0,74 | -0,04 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -18,02 | 0,23 | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | -0,57 | -10,73 | -6,40 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | -0,44 | 9,05 | -3,99 | 0,01 | 0,00 | -0,06 |
| *Confort* | | -0,44 | 9,05 | -3,99 | 0,01 | 0,00 | -0,06 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -18,02 | 0,23 | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 6,34 | -12,62 | -6,23 | 0,00 | 0,00 | 0,11 |
| *Integridad* | | 4,16 | 7,80 | -3,71 | 0,01 | 0,00 | 0,07 |
| *Confort* | | 4,16 | 7,80 | -3,71 | 0,01 | 0,00 | 0,07 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -18,02 | 0,23 | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | 0,00 | 10,20 | -0,12 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | -0,06 | 23,08 | -0,38 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | -0,06 | 23,08 | -0,38 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -18,02 | 0,23 | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | -0,03 | -107,08 | -2,73 | -0,06 | 0,00 | -0,05 |
| *Integridad* | | -0,08 | -53,19 | -1,65 | -0,03 | 0,00 | -0,03 |
| *Confort* | | -0,08 | -53,19 | -1,65 | -0,03 | 0,00 | -0,03 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -18,02 | 0,23 | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 4,14 | -108,28 | -2,71 | -0,06 | 0,00 | 0,07 |
| *Integridad* | | 2,68 | -53,94 | -1,48 | -0,03 | 0,00 | 0,05 |
| *Confort* | | 2,68 | -53,94 | -1,48 | -0,03 | 0,00 | 0,05 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -18,02 | 0,23 | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,31 | -93,64 | 1,18 | -0,06 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,15 | -44,77 | 0,52 | -0,03 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,15 | -44,77 | 0,52 | -0,03 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -18,02 | 0,23 | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | -0,43 | -55,49 | -5,47 | -0,03 | 0,00 | -0,09 |
| *Integridad* | | -0,35 | -20,26 | -3,62 | -0,01 | 0,00 | -0,06 |
| *Confort* | | -0,35 | -20,26 | -3,62 | -0,01 | 0,00 | -0,06 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -18,02 | 0,23 | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 6,50 | -57,44 | -5,47 | -0,03 | 0,00 | 0,11 |
| *Integridad* | | 4,25 | -21,51 | -3,34 | -0,01 | 0,00 | 0,07 |
| *Confort* | | 4,25 | -21,51 | -3,34 | -0,01 | 0,00 | 0,07 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -18,02 | 0,23 | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,13 | -33,95 | 0,44 | -0,02 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,03 | -6,23 | -0,01 | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,03 | -6,23 | -0,01 | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -18,02 | 0,23 | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | -0,61 | -0,80 | -6,57 | 0,01 | 0,00 | -0,09 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | -0,44 | 9,05 | -3,99 | 0,01 | 0,00 | -0,06 |
| *Confort* | | -0,44 | 9,05 | -3,99 | 0,01 | 0,00 | -0,06 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -18,02 | 0,23 | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 6,30 | -2,70 | -6,93 | 0,00 | 0,00 | 0,11 |
| *Integridad* | | 4,16 | 7,80 | -3,71 | 0,01 | 0,00 | 0,07 |
| *Confort* | | 4,16 | 7,80 | -3,71 | 0,01 | 0,00 | 0,07 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -18,02 | 0,23 | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | -0,04 | 19,98 | -0,24 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | -0,06 | 23,08 | -0,38 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | -0,06 | 23,08 | -0,38 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -18,02 | 0,23 | -0,01 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 40**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 1,13 | -15,44 | 0,02 | -0,01 | 0,01 | 0,28 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,84 | -11,37 | 0,02 | -0,01 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **2** | 2,29 | -31,88 | 0,03 | -0,01 | 0,01 | 0,57 |
| *Integridad* | | 0,79 | -10,73 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,19 |
| *Confort* | | 0,79 | -10,73 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,19 |
| *Apariencia* | | 0,84 | -11,37 | 0,02 | -0,01 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **3** | 5,06 | -73,09 | 0,07 | -0,02 | 0,03 | 1,30 |
| *Integridad* | | 2,72 | -37,01 | 0,05 | -0,02 | 0,01 | 0,66 |
| *Confort* | | 2,72 | -37,01 | 0,05 | -0,02 | 0,01 | 0,66 |
| *Apariencia* | | 0,84 | -11,37 | 0,02 | -0,01 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **4** | -0,50 | -9,89 | -5,13 | 0,00 | -0,03 | 0,13 |
| *Integridad* | | -1,09 | 3,63 | -3,19 | 0,01 | -0,02 | -0,10 |
| *Confort* | | -1,09 | 3,63 | -3,19 | 0,01 | -0,02 | -0,10 |
| *Apariencia* | | 0,84 | -11,37 | 0,02 | -0,01 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **5** | 7,40 | -3,73 | -5,15 | 0,00 | -0,03 | 0,15 |
| *Integridad* | | 4,17 | 7,74 | -3,06 | 0,00 | -0,02 | -0,09 |
| *Confort* | | 4,17 | 7,74 | -3,06 | 0,00 | -0,02 | -0,09 |
| *Apariencia* | | 0,84 | -11,37 | 0,02 | -0,01 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **6** | -0,39 | 6,53 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,12 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | -1,02 | 14,62 | -0,02 | 0,01 | -0,01 | -0,26 |
| *Confort* | | -1,02 | 14,62 | -0,02 | 0,01 | -0,01 | -0,26 |
| *Apariencia* | | 0,84 | -11,37 | 0,02 | -0,01 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **7** | 4,13 | -69,53 | -3,33 | -0,02 | 0,00 | 1,21 |
| *Integridad* | | 2,06 | -34,83 | -1,86 | -0,01 | 0,00 | 0,60 |
| *Confort* | | 2,06 | -34,83 | -1,86 | -0,01 | 0,00 | 0,60 |
| *Apariencia* | | 0,84 | -11,37 | 0,02 | -0,01 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **8** | 8,84 | -65,82 | -3,30 | -0,02 | 0,00 | 1,22 |
| *Integridad* | | 5,22 | -32,36 | -1,79 | -0,01 | 0,00 | 0,61 |
| *Confort* | | 5,22 | -32,36 | -1,79 | -0,01 | 0,00 | 0,61 |
| *Apariencia* | | 0,84 | -11,37 | 0,02 | -0,01 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **9** | 4,19 | -59,09 | 0,06 | -0,02 | 0,02 | 1,05 |
| *Integridad* | | 2,11 | -28,23 | 0,04 | -0,01 | 0,01 | 0,50 |
| *Confort* | | 2,11 | -28,23 | 0,04 | -0,01 | 0,01 | 0,50 |
| *Apariencia* | | 0,84 | -11,37 | 0,02 | -0,01 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **10** | 1,53 | -38,18 | -5,11 | -0,01 | -0,02 | 0,63 |
| *Integridad* | | 0,27 | -14,87 | -3,16 | 0,00 | -0,02 | 0,23 |
| *Confort* | | 0,27 | -14,87 | -3,16 | 0,00 | -0,02 | 0,23 |
| *Apariencia* | | 0,84 | -11,37 | 0,02 | -0,01 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **11** | 9,40 | -32,01 | -5,10 | -0,01 | -0,02 | 0,65 |
| *Integridad* | | 5,53 | -10,76 | -3,04 | 0,00 | -0,01 | 0,24 |
| *Confort* | | 5,53 | -10,76 | -3,04 | 0,00 | -0,01 | 0,24 |
| *Apariencia* | | 0,84 | -11,37 | 0,02 | -0,01 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **12** | 1,63 | -21,35 | 0,02 | -0,01 | 0,01 | 0,38 |
| *Integridad* | | 0,34 | -3,88 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,07 |
| *Confort* | | 0,34 | -3,88 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,07 |
| *Apariencia* | | 0,84 | -11,37 | 0,02 | -0,01 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **13** | -0,96 | -3,62 | -5,27 | 0,01 | -0,04 | 0,02 |
| *Integridad* | | -1,09 | 3,63 | -3,19 | 0,01 | -0,02 | -0,10 |
| *Confort* | | -1,09 | 3,63 | -3,19 | 0,01 | -0,02 | -0,10 |
| *Apariencia* | | 0,84 | -11,37 | 0,02 | -0,01 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **14** | 6,93 | 2,53 | -5,47 | 0,01 | -0,04 | 0,03 |
| *Integridad* | | 4,17 | 7,74 | -3,06 | 0,00 | -0,02 | -0,09 |
| *Confort* | | 4,17 | 7,74 | -3,06 | 0,00 | -0,02 | -0,09 |
| *Apariencia* | | 0,84 | -11,37 | 0,02 | -0,01 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **15** | -0,86 | 12,70 | -0,01 | 0,01 | 0,00 | -0,23 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | -1,02 | 14,62 | -0,02 | 0,01 | -0,01 | -0,26 |
| *Confort* | -1,02 | 14,62 | -0,02 | 0,01 | -0,01 | -0,26 |
| *Apariencia* | 0,84 | -11,37 | 0,02 | -0,01 | 0,00 | 0,20 |

**Nudo : 41**

| Clase | Combinación | Desp. X | Desp. Y | Desp. Z | Giro X | Giro Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 2,94 | -0,10 | -0,13 | 0,00 | 0,00 | 0,13 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 2,21 | -0,07 | -0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **2** | 5,95 | -0,20 | -0,26 | 0,00 | 0,00 | 0,26 |
| *Integridad* | | 2,08 | -0,06 | -0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Confort* | | 2,08 | -0,06 | -0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Apariencia* | | 2,21 | -0,07 | -0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **3** | 12,95 | -0,45 | -0,57 | -0,01 | 0,00 | 0,61 |
| *Integridad* | | 7,16 | -0,21 | -0,29 | 0,00 | 0,00 | 0,30 |
| *Confort* | | 7,16 | -0,21 | -0,29 | 0,00 | 0,00 | 0,30 |
| *Apariencia* | | 2,21 | -0,07 | -0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **4** | 0,68 | -0,08 | -2,36 | -0,02 | -0,04 | 0,11 |
| *Integridad* | | -1,52 | 0,02 | -1,30 | -0,01 | -0,02 | -0,01 |
| *Confort* | | -1,52 | 0,02 | -1,30 | -0,01 | -0,02 | -0,01 |
| *Apariencia* | | 2,21 | -0,07 | -0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **5** | 7,80 | -0,08 | -2,35 | -0,02 | -0,04 | -0,06 |
| *Integridad* | | 3,22 | 0,02 | -1,29 | -0,01 | -0,02 | -0,12 |
| *Confort* | | 3,22 | 0,02 | -1,29 | -0,01 | -0,02 | -0,12 |
| *Apariencia* | | 2,21 | -0,07 | -0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **6** | -1,15 | 0,03 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | -0,04 |
| *Integridad* | | -2,75 | 0,09 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | -0,11 |
| *Confort* | | -2,75 | 0,09 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | -0,11 |
| *Apariencia* | | 2,21 | -0,07 | -0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **7** | 11,69 | -0,43 | -2,22 | -0,02 | -0,02 | 0,60 |
| *Integridad* | | 6,25 | -0,21 | -1,07 | -0,01 | -0,01 | 0,30 |
| *Confort* | | 6,25 | -0,21 | -1,07 | -0,01 | -0,01 | 0,30 |
| *Apariencia* | | 2,21 | -0,07 | -0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **8** | 16,00 | -0,45 | -2,20 | -0,02 | -0,02 | 0,49 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 9,09 | -0,20 | -1,06 | -0,01 | -0,01 | 0,23 |
| *Confort* | | 9,09 | -0,20 | -1,06 | -0,01 | -0,01 | 0,23 |
| *Apariencia* | | 2,21 | -0,07 | -0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **9** | 10,72 | -0,36 | -0,47 | 0,00 | 0,00 | 0,49 |
| *Integridad* | | 5,51 | -0,16 | -0,21 | 0,00 | 0,00 | 0,23 |
| *Confort* | | 5,51 | -0,16 | -0,21 | 0,00 | 0,00 | 0,23 |
| *Apariencia* | | 2,21 | -0,07 | -0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **10** | 5,88 | -0,24 | -2,71 | -0,03 | -0,04 | 0,35 |
| *Integridad* | | 2,06 | -0,09 | -1,44 | -0,01 | -0,02 | 0,14 |
| *Confort* | | 2,06 | -0,09 | -1,44 | -0,01 | -0,02 | 0,14 |
| *Apariencia* | | 2,21 | -0,07 | -0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **11** | 13,03 | -0,26 | -2,69 | -0,03 | -0,04 | 0,17 |
| *Integridad* | | 6,80 | -0,09 | -1,43 | -0,01 | -0,02 | 0,03 |
| *Confort* | | 6,80 | -0,09 | -1,43 | -0,01 | -0,02 | 0,03 |
| *Apariencia* | | 2,21 | -0,07 | -0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **12** | 4,15 | -0,13 | -0,17 | 0,00 | 0,00 | 0,18 |
| *Integridad* | | 0,83 | -0,02 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,04 |
| *Confort* | | 0,83 | -0,02 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,04 |
| *Apariencia* | | 2,21 | -0,07 | -0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **13** | -0,52 | -0,04 | -2,29 | -0,02 | -0,04 | 0,06 |
| *Integridad* | | -1,52 | 0,02 | -1,30 | -0,01 | -0,02 | -0,01 |
| *Confort* | | -1,52 | 0,02 | -1,30 | -0,01 | -0,02 | -0,01 |
| *Apariencia* | | 2,21 | -0,07 | -0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **14** | 6,59 | -0,04 | -2,29 | -0,02 | -0,04 | -0,11 |
| *Integridad* | | 3,22 | 0,02 | -1,29 | -0,01 | -0,02 | -0,12 |
| *Confort* | | 3,22 | 0,02 | -1,29 | -0,01 | -0,02 | -0,12 |
| *Apariencia* | | 2,21 | -0,07 | -0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **15** | -2,37 | 0,07 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Integridad* | | -2,75 | 0,09 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | -0,11 |
| *Confort* | | -2,75 | 0,09 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | -0,11 |
| *Apariencia* | | 2,21 | -0,07 | -0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |

**Nudo : 42**

| Clase | Combinación | Desp. X | Desp. Y | Desp. Z | Giro X | Giro Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 43**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 44**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | -2,71 | -0,07 | -0,04 | 0,00 | 0,00 | -0,13 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **2** | -5,50 | -0,14 | -0,09 | 0,00 | 0,00 | -0,26 |
| *Integridad* | | -1,93 | -0,04 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Confort* | | -1,93 | -0,04 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **3** | -11,99 | -0,32 | -0,19 | 0,00 | 0,00 | -0,61 |
| *Integridad* | | -6,64 | -0,15 | -0,10 | 0,00 | 0,00 | -0,30 |
| *Confort* | | -6,64 | -0,15 | -0,10 | 0,00 | 0,00 | -0,30 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **4** | -1,81 | 0,00 | -2,39 | -0,02 | 0,04 | 0,01 |
| *Integridad* | | 0,62 | 0,05 | -1,36 | -0,01 | 0,03 | 0,09 |
| *Confort* | | 0,62 | 0,05 | -1,36 | -0,01 | 0,03 | 0,09 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **5** | 4,90 | -0,10 | -2,45 | -0,02 | 0,04 | -0,19 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 5,08 | -0,01 | -1,40 | -0,01 | 0,02 | -0,04 |
| *Confort* | | 5,08 | -0,01 | -1,40 | -0,01 | 0,02 | -0,04 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **6** | 1,11 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,04 |
| *Integridad* | | 2,57 | 0,06 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,11 |
| *Confort* | | 2,57 | 0,06 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,11 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **7** | -11,55 | -0,28 | -1,98 | -0,02 | 0,02 | -0,52 |
| *Integridad* | | -6,27 | -0,12 | -0,92 | -0,01 | 0,01 | -0,25 |
| *Confort* | | -6,27 | -0,12 | -0,92 | -0,01 | 0,01 | -0,25 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **8** | -7,46 | -0,32 | -2,02 | -0,02 | 0,02 | -0,64 |
| *Integridad* | | -3,60 | -0,16 | -0,94 | -0,01 | 0,01 | -0,33 |
| *Confort* | | -3,60 | -0,16 | -0,94 | -0,01 | 0,01 | -0,33 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **9** | -9,92 | -0,25 | -0,16 | 0,00 | 0,00 | -0,50 |
| *Integridad* | | -5,10 | -0,11 | -0,07 | 0,00 | 0,00 | -0,23 |
| *Confort* | | -5,10 | -0,11 | -0,07 | 0,00 | 0,00 | -0,23 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **10** | -6,64 | -0,12 | -2,59 | -0,02 | 0,04 | -0,22 |
| *Integridad* | | -2,70 | -0,02 | -1,41 | -0,01 | 0,03 | -0,06 |
| *Confort* | | -2,70 | -0,02 | -1,41 | -0,01 | 0,03 | -0,06 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **11** | 0,12 | -0,21 | -2,65 | -0,02 | 0,04 | -0,42 |
| *Integridad* | | 1,75 | -0,09 | -1,45 | -0,01 | 0,02 | -0,19 |
| *Confort* | | 1,75 | -0,09 | -1,45 | -0,01 | 0,02 | -0,19 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **12** | -3,81 | -0,09 | -0,06 | 0,00 | 0,00 | -0,19 |
| *Integridad* | | -0,75 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,04 |
| *Confort* | | -0,75 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,04 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **13** | -0,69 | 0,03 | -2,34 | -0,02 | 0,04 | 0,06 |
| *Integridad* | | 0,62 | 0,05 | -1,36 | -0,01 | 0,03 | 0,09 |
| *Confort* | | 0,62 | 0,05 | -1,36 | -0,01 | 0,03 | 0,09 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **14** | 6,00 | -0,07 | -2,38 | -0,02 | 0,03 | -0,14 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 5,08 | -0,01 | -1,40 | -0,01 | 0,02 | -0,04 |
| *Confort* | | 5,08 | -0,01 | -1,40 | -0,01 | 0,02 | -0,04 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **15** | 2,25 | 0,05 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Integridad* | | 2,57 | 0,06 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,11 |
| *Confort* | | 2,57 | 0,06 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,11 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |

**Nudo : 45**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | -0,93 | -15,22 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,27 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | -0,69 | -11,20 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **2** | -1,89 | -31,39 | 0,01 | -0,01 | 0,00 | -0,56 |
| *Integridad* | | -0,66 | -10,56 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,19 |
| *Confort* | | -0,66 | -10,56 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,19 |
| *Apariencia* | | -0,69 | -11,20 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **3** | -4,20 | -72,05 | 0,02 | -0,02 | -0,01 | -1,27 |
| *Integridad* | | -2,27 | -36,43 | 0,02 | -0,01 | 0,00 | -0,65 |
| *Confort* | | -2,27 | -36,43 | 0,02 | -0,01 | 0,00 | -0,65 |
| *Apariencia* | | -0,69 | -11,20 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **4** | -1,40 | -3,59 | -5,36 | 0,00 | 0,03 | -0,11 |
| *Integridad* | | -0,32 | 7,70 | -3,25 | 0,00 | 0,02 | 0,10 |
| *Confort* | | -0,32 | 7,70 | -3,25 | 0,00 | 0,02 | 0,10 |
| *Apariencia* | | -0,69 | -11,20 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **5** | 6,34 | -12,15 | -5,34 | 0,00 | 0,03 | -0,14 |
| *Integridad* | | 4,85 | 2,01 | -2,89 | 0,00 | 0,02 | 0,09 |
| *Confort* | | 4,85 | 2,01 | -2,89 | 0,00 | 0,02 | 0,09 |
| *Apariencia* | | -0,69 | -11,20 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **6** | 0,38 | 6,37 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,11 |
| *Integridad* | | 0,87 | 14,36 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,26 |
| *Confort* | | 0,87 | 14,36 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,26 |
| *Apariencia* | | -0,69 | -11,20 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **7** | -4,47 | -64,79 | -3,43 | -0,02 | 0,01 | -1,17 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | -2,46 | -31,81 | -1,93 | -0,01 | 0,01 | -0,58 |
| *Confort* | | -2,46 | -31,81 | -1,93 | -0,01 | 0,01 | -0,58 |
| *Apariencia* | | -0,69 | -11,20 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **8** | 0,15 | -70,03 | -3,45 | -0,02 | 0,01 | -1,19 |
| *Integridad* | | 0,64 | -35,23 | -1,72 | -0,01 | 0,01 | -0,59 |
| *Confort* | | 0,64 | -35,23 | -1,72 | -0,01 | 0,01 | -0,59 |
| *Apariencia* | | -0,69 | -11,20 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **9** | -3,46 | -58,32 | 0,02 | -0,02 | -0,01 | -1,03 |
| *Integridad* | | -1,75 | -27,82 | 0,01 | -0,01 | 0,00 | -0,49 |
| *Confort* | | -1,75 | -27,82 | 0,01 | -0,01 | 0,00 | -0,49 |
| *Apariencia* | | -0,69 | -11,20 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **10** | -3,05 | -31,40 | -5,18 | -0,01 | 0,03 | -0,61 |
| *Integridad* | | -1,45 | -10,52 | -3,24 | 0,00 | 0,02 | -0,22 |
| *Confort* | | -1,45 | -10,52 | -3,24 | 0,00 | 0,02 | -0,22 |
| *Apariencia* | | -0,69 | -11,20 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **11** | 4,68 | -40,04 | -5,22 | -0,01 | 0,02 | -0,63 |
| *Integridad* | | 3,71 | -16,21 | -2,88 | 0,00 | 0,02 | -0,23 |
| *Confort* | | 3,71 | -16,21 | -2,88 | 0,00 | 0,02 | -0,23 |
| *Apariencia* | | -0,69 | -11,20 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **12** | -1,31 | -21,09 | 0,01 | -0,01 | 0,00 | -0,37 |
| *Integridad* | | -0,26 | -3,86 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,07 |
| *Confort* | | -0,26 | -3,86 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,07 |
| *Apariencia* | | -0,69 | -11,20 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **13** | -1,03 | 2,59 | -5,33 | 0,00 | 0,04 | 0,00 |
| *Integridad* | | -0,32 | 7,70 | -3,25 | 0,00 | 0,02 | 0,10 |
| *Confort* | | -0,32 | 7,70 | -3,25 | 0,00 | 0,02 | 0,10 |
| *Apariencia* | | -0,69 | -11,20 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **14** | 6,72 | -5,97 | -5,11 | 0,00 | 0,04 | -0,03 |
| *Integridad* | | 4,85 | 2,01 | -2,89 | 0,00 | 0,02 | 0,09 |
| *Confort* | | 4,85 | 2,01 | -2,89 | 0,00 | 0,02 | 0,09 |
| *Apariencia* | | -0,69 | -11,20 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **15** | 0,76 | 12,46 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,22 |
| *Integridad* | | 0,87 | 14,36 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,26 |
| *Confort* | | 0,87 | 14,36 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,26 |
| *Apariencia* | | -0,69 | -11,20 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,20 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

**Nudo : 46**

| Clase | Combinación | Desp. X | Desp. Y | Desp. Z | Giro X | Giro Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,09 | -23,97 | 0,11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,64 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,16 | -49,43 | 0,21 | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,05 | -16,64 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,05 | -16,64 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,64 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,36 | -113,37 | 0,48 | -0,02 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,18 | -57,39 | 0,25 | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,18 | -57,39 | 0,25 | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,64 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | -0,57 | -10,59 | -6,52 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Integridad* | | -0,44 | 8,84 | -3,89 | 0,00 | 0,00 | -0,06 |
| *Confort* | | -0,44 | 8,84 | -3,89 | 0,00 | 0,00 | -0,06 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,64 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 6,34 | -12,45 | -6,35 | 0,00 | 0,00 | 0,11 |
| *Integridad* | | 4,16 | 7,62 | -3,62 | 0,00 | 0,00 | 0,07 |
| *Confort* | | 4,16 | 7,62 | -3,62 | 0,00 | 0,00 | 0,07 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,64 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | 0,00 | 9,99 | -0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | -0,06 | 22,59 | -0,13 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | -0,06 | 22,59 | -0,13 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,64 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | -0,02 | -104,95 | -3,62 | -0,02 | 0,00 | -0,05 |
| *Integridad* | | -0,08 | -52,09 | -2,09 | -0,01 | 0,00 | -0,03 |
| *Confort* | | -0,08 | -52,09 | -2,09 | -0,01 | 0,00 | -0,03 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,64 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 4,14 | -106,12 | -3,61 | -0,02 | 0,00 | 0,07 |
| *Integridad* | | 2,68 | -52,82 | -1,93 | -0,01 | 0,00 | 0,05 |
| *Confort* | | 2,68 | -52,82 | -1,93 | -0,01 | 0,00 | 0,05 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,64 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,31 | -91,80 | 0,39 | -0,02 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,15 | -43,84 | 0,17 | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,15 | -43,84 | 0,17 | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,64 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | -0,43 | -54,41 | -5,94 | -0,01 | 0,00 | -0,09 |
| *Integridad* | | -0,35 | -19,85 | -3,77 | -0,01 | 0,00 | -0,06 |
| *Confort* | | -0,35 | -19,85 | -3,77 | -0,01 | 0,00 | -0,06 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,64 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 6,50 | -56,31 | -5,95 | -0,01 | 0,00 | 0,11 |
| *Integridad* | | 4,25 | -21,07 | -3,50 | -0,01 | 0,00 | 0,08 |
| *Confort* | | 4,25 | -21,07 | -3,50 | -0,01 | 0,00 | 0,08 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,64 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,13 | -33,26 | 0,15 | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,03 | -6,11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,03 | -6,11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,64 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | -0,60 | -0,86 | -6,60 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Integridad* | | -0,44 | 8,84 | -3,89 | 0,00 | 0,00 | -0,06 |
| *Confort* | | -0,44 | 8,84 | -3,89 | 0,00 | 0,00 | -0,06 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,64 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 6,30 | -2,71 | -7,01 | 0,00 | 0,00 | 0,11 |
| *Integridad* | | 4,16 | 7,62 | -3,62 | 0,00 | 0,00 | 0,07 |
| *Confort* | | 4,16 | 7,62 | -3,62 | 0,00 | 0,00 | 0,07 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,64 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | -0,04 | 19,59 | -0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | -0,06 | 22,59 | -0,13 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | -0,06 | 22,59 | -0,13 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,64 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 47**

| Clase | Combinación | Desp. X | Desp. Y | Desp. Z | Giro X | Giro Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 1,11 | -15,15 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,27 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,83 | -11,15 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **2** | 2,24 | -31,25 | 0,01 | -0,01 | 0,00 | 0,56 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,77 | -10,52 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,19 |
| *Confort* | | 0,77 | -10,52 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,19 |
| *Apariencia* | | 0,83 | -11,15 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **3** | 4,96 | -71,75 | 0,02 | -0,02 | 0,01 | 1,27 |
| *Integridad* | | 2,66 | -36,28 | 0,02 | -0,01 | 0,00 | 0,65 |
| *Confort* | | 2,66 | -36,28 | 0,02 | -0,01 | 0,00 | 0,65 |
| *Apariencia* | | 0,83 | -11,15 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **4** | -0,50 | -9,82 | -5,12 | 0,00 | -0,04 | 0,13 |
| *Integridad* | | -1,08 | 3,51 | -3,20 | 0,00 | -0,02 | -0,09 |
| *Confort* | | -1,08 | 3,51 | -3,20 | 0,00 | -0,02 | -0,09 |
| *Apariencia* | | 0,83 | -11,15 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **5** | 7,39 | -3,63 | -5,15 | 0,00 | -0,03 | 0,14 |
| *Integridad* | | 4,19 | 7,64 | -3,07 | 0,00 | -0,02 | -0,08 |
| *Confort* | | 4,19 | 7,64 | -3,07 | 0,00 | -0,02 | -0,08 |
| *Apariencia* | | 0,83 | -11,15 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **6** | -0,38 | 6,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,11 |
| *Integridad* | | -1,00 | 14,33 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,26 |
| *Confort* | | -1,00 | 14,33 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,26 |
| *Apariencia* | | 0,83 | -11,15 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **7** | 4,04 | -68,30 | -3,37 | -0,02 | -0,01 | 1,18 |
| *Integridad* | | 2,01 | -34,18 | -1,90 | -0,01 | -0,01 | 0,59 |
| *Confort* | | 2,01 | -34,18 | -1,90 | -0,01 | -0,01 | 0,59 |
| *Apariencia* | | 0,83 | -11,15 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **8** | 8,75 | -64,58 | -3,35 | -0,02 | -0,01 | 1,19 |
| *Integridad* | | 5,17 | -31,70 | -1,83 | -0,01 | -0,01 | 0,60 |
| *Confort* | | 5,17 | -31,70 | -1,83 | -0,01 | -0,01 | 0,60 |
| *Apariencia* | | 0,83 | -11,15 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **9** | 4,11 | -58,04 | 0,02 | -0,02 | 0,01 | 1,03 |
| *Integridad* | | 2,06 | -27,68 | 0,01 | -0,01 | 0,00 | 0,49 |
| *Confort* | | 2,06 | -27,68 | 0,01 | -0,01 | 0,00 | 0,49 |
| *Apariencia* | | 0,83 | -11,15 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **10** | 1,48 | -37,55 | -5,13 | -0,01 | -0,03 | 0,62 |
| *Integridad* | | 0,25 | -14,63 | -3,19 | 0,00 | -0,02 | 0,23 |
| *Confort* | | 0,25 | -14,63 | -3,19 | 0,00 | -0,02 | 0,23 |
| *Apariencia* | | 0,83 | -11,15 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **11** | 9,36 | -31,35 | -5,12 | -0,01 | -0,03 | 0,64 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 5,51 | -10,50 | -3,07 | 0,00 | -0,02 | 0,24 |
| *Confort* | | 5,51 | -10,50 | -3,07 | 0,00 | -0,02 | 0,24 |
| *Apariencia* | | 0,83 | -11,15 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **12** | 1,60 | -20,95 | 0,01 | -0,01 | 0,00 | 0,37 |
| *Integridad* | | 0,33 | -3,81 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,07 |
| *Confort* | | 0,33 | -3,81 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,07 |
| *Apariencia* | | 0,83 | -11,15 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **13** | -0,96 | -3,67 | -5,27 | 0,00 | -0,04 | 0,02 |
| *Integridad* | | -1,08 | 3,51 | -3,20 | 0,00 | -0,02 | -0,09 |
| *Confort* | | -1,08 | 3,51 | -3,20 | 0,00 | -0,02 | -0,09 |
| *Apariencia* | | 0,83 | -11,15 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **14** | 6,94 | 2,52 | -5,47 | 0,00 | -0,04 | 0,03 |
| *Integridad* | | 4,19 | 7,64 | -3,07 | 0,00 | -0,02 | -0,08 |
| *Confort* | | 4,19 | 7,64 | -3,07 | 0,00 | -0,02 | -0,08 |
| *Apariencia* | | 0,83 | -11,15 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **15** | -0,84 | 12,47 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,22 |
| *Integridad* | | -1,00 | 14,33 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,26 |
| *Confort* | | -1,00 | 14,33 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,26 |
| *Apariencia* | | 0,83 | -11,15 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,20 |

**Nudo : 48**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 2,89 | -0,10 | -0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,12 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **2** | 5,83 | -0,20 | -0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,26 |
| *Integridad* | | 2,03 | -0,06 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Confort* | | 2,03 | -0,06 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **3** | 12,72 | -0,44 | -0,19 | 0,00 | 0,00 | 0,60 |
| *Integridad* | | 7,01 | -0,21 | -0,10 | 0,00 | 0,00 | 0,30 |
| *Confort* | | 7,01 | -0,21 | -0,10 | 0,00 | 0,00 | 0,30 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **4** | 0,67 | -0,08 | -2,31 | -0,02 | -0,04 | 0,11 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | -1,49 | 0,02 | -1,31 | -0,01 | -0,02 | -0,01 |
| *Confort* | | -1,49 | 0,02 | -1,31 | -0,01 | -0,02 | -0,01 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **5** | 7,78 | -0,08 | -2,29 | -0,02 | -0,04 | -0,06 |
| *Integridad* | | 3,24 | 0,02 | -1,30 | -0,01 | -0,02 | -0,12 |
| *Confort* | | 3,24 | 0,02 | -1,30 | -0,01 | -0,02 | -0,12 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **6** | -1,12 | 0,03 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,04 |
| *Integridad* | | -2,69 | 0,09 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | -0,11 |
| *Confort* | | -2,69 | 0,09 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | -0,11 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **7** | 11,48 | -0,42 | -1,88 | -0,02 | -0,02 | 0,59 |
| *Integridad* | | 6,12 | -0,20 | -0,89 | -0,01 | -0,01 | 0,29 |
| *Confort* | | 6,12 | -0,20 | -0,89 | -0,01 | -0,01 | 0,29 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **8** | 15,79 | -0,44 | -1,84 | -0,02 | -0,02 | 0,48 |
| *Integridad* | | 8,96 | -0,20 | -0,88 | -0,01 | -0,01 | 0,22 |
| *Confort* | | 8,96 | -0,20 | -0,88 | -0,01 | -0,01 | 0,22 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **9** | 10,54 | -0,35 | -0,16 | 0,00 | 0,00 | 0,49 |
| *Integridad* | | 5,40 | -0,16 | -0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,23 |
| *Confort* | | 5,40 | -0,16 | -0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,23 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **10** | 5,76 | -0,24 | -2,52 | -0,02 | -0,04 | 0,34 |
| *Integridad* | | 2,01 | -0,09 | -1,36 | -0,01 | -0,02 | 0,14 |
| *Confort* | | 2,01 | -0,09 | -1,36 | -0,01 | -0,02 | 0,14 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **11** | 12,91 | -0,26 | -2,49 | -0,02 | -0,04 | 0,16 |
| *Integridad* | | 6,75 | -0,09 | -1,35 | -0,01 | -0,02 | 0,02 |
| *Confort* | | 6,75 | -0,09 | -1,35 | -0,01 | -0,02 | 0,02 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **12** | 4,07 | -0,13 | -0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,18 |
| *Integridad* | | 0,81 | -0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,04 |
| *Confort* | | 0,81 | -0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,04 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **13** | -0,51 | -0,04 | -2,26 | -0,02 | -0,04 | 0,06 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | -1,49 | 0,02 | -1,31 | -0,01 | -0,02 | -0,01 |
| *Confort* | | -1,49 | 0,02 | -1,31 | -0,01 | -0,02 | -0,01 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **14** | 6,59 | -0,04 | -2,24 | -0,02 | -0,04 | -0,11 |
| *Integridad* | | 3,24 | 0,02 | -1,30 | -0,01 | -0,02 | -0,12 |
| *Confort* | | 3,24 | 0,02 | -1,30 | -0,01 | -0,02 | -0,12 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **15** | -2,32 | 0,07 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Integridad* | | -2,69 | 0,09 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | -0,11 |
| *Confort* | | -2,69 | 0,09 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | -0,11 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |

**Nudo : 49**

| Clase | Combinación | Desp. X | Desp. Y | Desp. Z | Giro X | Giro Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 50**

| Clase | Combinación | Desp. X | Desp. Y | Desp. Z | Giro X | Giro Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 51**

| Clase | Combinación | Desp. X | Desp. Y | Desp. Z | Giro X | Giro Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | -2,71 | -0,07 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | -0,13 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **2** | -5,50 | -0,14 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | -0,26 |
| *Integridad* | | -1,93 | -0,04 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Confort* | | -1,93 | -0,04 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **3** | -12,00 | -0,32 | 0,19 | 0,00 | 0,00 | -0,61 |
| *Integridad* | | -6,64 | -0,15 | 0,10 | 0,00 | 0,00 | -0,30 |
| *Confort* | | -6,64 | -0,15 | 0,10 | 0,00 | 0,00 | -0,30 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **4** | -1,80 | 0,00 | -2,33 | -0,02 | 0,04 | 0,01 |
| *Integridad* | | 0,63 | 0,05 | -1,38 | -0,01 | 0,03 | 0,09 |
| *Confort* | | 0,63 | 0,05 | -1,38 | -0,01 | 0,03 | 0,09 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **5** | 4,91 | -0,10 | -2,39 | -0,02 | 0,04 | -0,19 |
| *Integridad* | | 5,09 | -0,01 | -1,43 | -0,01 | 0,02 | -0,04 |
| *Confort* | | 5,09 | -0,01 | -1,43 | -0,01 | 0,02 | -0,04 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **6** | 1,11 | 0,02 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,04 |
| *Integridad* | | 2,57 | 0,06 | -0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,11 |
| *Confort* | | 2,57 | 0,06 | -0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,11 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **7** | -11,54 | -0,28 | -1,64 | -0,02 | 0,02 | -0,52 |
| *Integridad* | | -6,27 | -0,12 | -0,73 | -0,01 | 0,02 | -0,25 |
| *Confort* | | -6,27 | -0,12 | -0,73 | -0,01 | 0,02 | -0,25 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **8** | -7,45 | -0,32 | -1,68 | -0,02 | 0,02 | -0,64 |
| *Integridad* | | -3,59 | -0,16 | -0,76 | -0,01 | 0,01 | -0,33 |
| *Confort* | | -3,59 | -0,16 | -0,76 | -0,01 | 0,01 | -0,33 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **9** | -9,92 | -0,25 | 0,16 | 0,00 | 0,00 | -0,50 |
| *Integridad* | | -5,10 | -0,11 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | -0,23 |
| *Confort* | | -5,10 | -0,11 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | -0,23 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **10** | -6,63 | -0,12 | -2,40 | -0,02 | 0,04 | -0,22 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | -2,69 | -0,02 | -1,33 | -0,01 | 0,03 | -0,06 |
| *Confort* | | -2,69 | -0,02 | -1,33 | -0,01 | 0,03 | -0,06 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **11** | 0,13 | -0,21 | -2,46 | -0,02 | 0,04 | -0,42 |
| *Integridad* | | 1,76 | -0,09 | -1,38 | -0,01 | 0,02 | -0,19 |
| *Confort* | | 1,76 | -0,09 | -1,38 | -0,01 | 0,02 | -0,19 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **12** | -3,81 | -0,09 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | -0,19 |
| *Integridad* | | -0,75 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,04 |
| *Confort* | | -0,75 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,04 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **13** | -0,68 | 0,03 | -2,31 | -0,02 | 0,04 | 0,06 |
| *Integridad* | | 0,63 | 0,05 | -1,38 | -0,01 | 0,03 | 0,09 |
| *Confort* | | 0,63 | 0,05 | -1,38 | -0,01 | 0,03 | 0,09 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **14** | 6,01 | -0,07 | -2,36 | -0,02 | 0,03 | -0,14 |
| *Integridad* | | 5,09 | -0,01 | -1,43 | -0,01 | 0,02 | -0,04 |
| *Confort* | | 5,09 | -0,01 | -1,43 | -0,01 | 0,02 | -0,04 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **15** | 2,25 | 0,05 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Integridad* | | 2,57 | 0,06 | -0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,11 |
| *Confort* | | 2,57 | 0,06 | -0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,11 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |

**Nudo : 52**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | -0,93 | -15,22 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,27 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | -0,69 | -11,20 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **2** | -1,89 | -31,39 | -0,01 | 0,01 | 0,00 | -0,56 |
| *Integridad* | | -0,66 | -10,56 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,19 |
| *Confort* | | -0,66 | -10,56 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,19 |
| *Apariencia* | | -0,69 | -11,20 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **3** | -4,20 | -72,05 | -0,02 | 0,02 | 0,01 | -1,27 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | -2,27 | -36,43 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | -0,65 |
| *Confort* | | -2,27 | -36,43 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | -0,65 |
| *Apariencia* | | -0,69 | -11,20 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **4** | -1,40 | -3,53 | -5,36 | 0,00 | 0,04 | -0,11 |
| *Integridad* | | -0,31 | 7,75 | -3,26 | 0,00 | 0,02 | 0,10 |
| *Confort* | | -0,31 | 7,75 | -3,26 | 0,00 | 0,02 | 0,10 |
| *Apariencia* | | -0,69 | -11,20 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **5** | 6,35 | -12,09 | -5,36 | 0,00 | 0,03 | -0,14 |
| *Integridad* | | 4,85 | 2,06 | -2,88 | 0,00 | 0,02 | 0,09 |
| *Confort* | | 4,85 | 2,06 | -2,88 | 0,00 | 0,02 | 0,09 |
| *Apariencia* | | -0,69 | -11,20 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **6** | 0,38 | 6,37 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,11 |
| *Integridad* | | 0,87 | 14,36 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,26 |
| *Confort* | | 0,87 | 14,36 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,26 |
| *Apariencia* | | -0,69 | -11,20 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **7** | -4,47 | -64,74 | -3,48 | 0,02 | 0,03 | -1,17 |
| *Integridad* | | -2,46 | -31,78 | -1,97 | 0,01 | 0,02 | -0,58 |
| *Confort* | | -2,46 | -31,78 | -1,97 | 0,01 | 0,02 | -0,58 |
| *Apariencia* | | -0,69 | -11,20 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **8** | 0,15 | -69,97 | -3,49 | 0,02 | 0,03 | -1,19 |
| *Integridad* | | 0,64 | -35,20 | -1,74 | 0,01 | 0,01 | -0,59 |
| *Confort* | | 0,64 | -35,20 | -1,74 | 0,01 | 0,01 | -0,59 |
| *Apariencia* | | -0,69 | -11,20 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **9** | -3,46 | -58,31 | -0,02 | 0,02 | 0,01 | -1,03 |
| *Integridad* | | -1,75 | -27,82 | -0,01 | 0,01 | 0,00 | -0,49 |
| *Confort* | | -1,75 | -27,82 | -0,01 | 0,01 | 0,00 | -0,49 |
| *Apariencia* | | -0,69 | -11,20 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **10** | -3,05 | -31,34 | -5,21 | 0,01 | 0,03 | -0,60 |
| *Integridad* | | -1,45 | -10,47 | -3,26 | 0,00 | 0,02 | -0,22 |
| *Confort* | | -1,45 | -10,47 | -3,26 | 0,00 | 0,02 | -0,22 |
| *Apariencia* | | -0,69 | -11,20 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **11** | 4,68 | -39,98 | -5,24 | 0,01 | 0,03 | -0,63 |
| *Integridad* | | 3,71 | -16,16 | -2,89 | 0,00 | 0,02 | -0,23 |
| *Confort* | | 3,71 | -16,16 | -2,89 | 0,00 | 0,02 | -0,23 |
| *Apariencia* | | -0,69 | -11,20 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **12** | -1,31 | -21,09 | -0,01 | 0,01 | 0,00 | -0,37 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | -0,26 | -3,86 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,07 |
| *Confort* | | -0,26 | -3,86 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,07 |
| *Apariencia* | | -0,69 | -11,20 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **13** | -1,02 | 2,65 | -5,33 | 0,00 | 0,04 | 0,00 |
| *Integridad* | | -0,31 | 7,75 | -3,26 | 0,00 | 0,02 | 0,10 |
| *Confort* | | -0,31 | 7,75 | -3,26 | 0,00 | 0,02 | 0,10 |
| *Apariencia* | | -0,69 | -11,20 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **14** | 6,72 | -5,91 | -5,07 | 0,00 | 0,04 | -0,03 |
| *Integridad* | | 4,85 | 2,06 | -2,88 | 0,00 | 0,02 | 0,09 |
| *Confort* | | 4,85 | 2,06 | -2,88 | 0,00 | 0,02 | 0,09 |
| *Apariencia* | | -0,69 | -11,20 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **15** | 0,76 | 12,46 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,22 |
| *Integridad* | | 0,87 | 14,36 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,26 |
| *Confort* | | 0,87 | 14,36 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,26 |
| *Apariencia* | | -0,69 | -11,20 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,20 |

**Nudo : 53**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,09 | -23,97 | -0,11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,64 | -0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,16 | -49,43 | -0,21 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,05 | -16,64 | -0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,05 | -16,64 | -0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,64 | -0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,36 | -113,37 | -0,48 | 0,02 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,18 | -57,39 | -0,25 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,18 | -57,39 | -0,25 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,64 | -0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | -0,57 | -10,50 | -6,64 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Integridad* | | -0,44 | 8,91 | -3,79 | 0,00 | 0,00 | -0,06 |
| *Confort* | | -0,44 | 8,91 | -3,79 | 0,00 | 0,00 | -0,06 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,64 | -0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 6,34 | -12,36 | -6,48 | 0,00 | 0,00 | 0,11 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 4,16 | 7,69 | -3,54 | 0,00 | 0,00 | 0,07 |
| *Confort* | | 4,16 | 7,69 | -3,54 | 0,00 | 0,00 | 0,07 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,64 | -0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | 0,00 | 9,99 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | -0,06 | 22,59 | 0,13 | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | -0,06 | 22,59 | 0,13 | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,64 | -0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | -0,03 | -104,87 | -4,50 | 0,02 | 0,00 | -0,05 |
| *Integridad* | | -0,08 | -52,05 | -2,52 | 0,01 | 0,00 | -0,03 |
| *Confort* | | -0,08 | -52,05 | -2,52 | 0,01 | 0,00 | -0,03 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,64 | -0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 4,14 | -106,05 | -4,51 | 0,02 | 0,00 | 0,07 |
| *Integridad* | | 2,68 | -52,78 | -2,37 | 0,01 | 0,00 | 0,05 |
| *Confort* | | 2,68 | -52,78 | -2,37 | 0,01 | 0,00 | 0,05 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,64 | -0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,31 | -91,80 | -0,39 | 0,02 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,15 | -43,84 | -0,17 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,15 | -43,84 | -0,17 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,64 | -0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | -0,43 | -54,31 | -6,41 | 0,01 | 0,00 | -0,09 |
| *Integridad* | | -0,35 | -19,78 | -3,92 | 0,00 | 0,00 | -0,06 |
| *Confort* | | -0,35 | -19,78 | -3,92 | 0,00 | 0,00 | -0,06 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,64 | -0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 6,50 | -56,22 | -6,43 | 0,01 | 0,00 | 0,11 |
| *Integridad* | | 4,25 | -21,00 | -3,66 | 0,00 | 0,00 | 0,08 |
| *Confort* | | 4,25 | -21,00 | -3,66 | 0,00 | 0,00 | 0,08 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,64 | -0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,13 | -33,26 | -0,15 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,03 | -6,11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,03 | -6,11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,64 | -0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | -0,60 | -0,77 | -6,63 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Integridad* | | -0,44 | 8,91 | -3,79 | 0,00 | 0,00 | -0,06 |
| *Confort* | | -0,44 | 8,91 | -3,79 | 0,00 | 0,00 | -0,06 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,64 | -0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 6,30 | -2,62 | -7,10 | 0,00 | 0,00 | 0,11 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 4,16 | 7,69 | -3,54 | 0,00 | 0,00 | 0,07 |
| *Confort* | | 4,16 | 7,69 | -3,54 | 0,00 | 0,00 | 0,07 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,64 | -0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | -0,04 | 19,59 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | -0,06 | 22,59 | 0,13 | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | -0,06 | 22,59 | 0,13 | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,64 | -0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 54**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 1,11 | -15,15 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,27 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,83 | -11,15 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **2** | 2,24 | -31,26 | -0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,56 |
| *Integridad* | | 0,77 | -10,52 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,19 |
| *Confort* | | 0,77 | -10,52 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,19 |
| *Apariencia* | | 0,83 | -11,15 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **3** | 4,96 | -71,75 | -0,02 | 0,02 | -0,01 | 1,27 |
| *Integridad* | | 2,66 | -36,28 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,65 |
| *Confort* | | 2,66 | -36,28 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,65 |
| *Apariencia* | | 0,83 | -11,15 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **4** | -0,51 | -9,76 | -5,12 | 0,00 | -0,04 | 0,13 |
| *Integridad* | | -1,08 | 3,55 | -3,22 | 0,00 | -0,02 | -0,10 |
| *Confort* | | -1,08 | 3,55 | -3,22 | 0,00 | -0,02 | -0,10 |
| *Apariencia* | | 0,83 | -11,15 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **5** | 7,39 | -3,57 | -5,15 | 0,00 | -0,04 | 0,14 |
| *Integridad* | | 4,18 | 7,69 | -3,09 | 0,00 | -0,02 | -0,08 |
| *Confort* | | 4,18 | 7,69 | -3,09 | 0,00 | -0,02 | -0,08 |
| *Apariencia* | | 0,83 | -11,15 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **6** | -0,38 | 6,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,11 |
| *Integridad* | | -1,00 | 14,33 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,26 |
| *Confort* | | -1,00 | 14,33 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,26 |
| *Apariencia* | | 0,83 | -11,15 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **7** | 4,03 | -68,26 | -3,41 | 0,02 | -0,03 | 1,18 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 2,01 | -34,15 | -1,95 | 0,01 | -0,02 | 0,59 |
| *Confort* | | 2,01 | -34,15 | -1,95 | 0,01 | -0,02 | 0,59 |
| *Apariencia* | | 0,83 | -11,15 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **8** | 8,75 | -64,53 | -3,40 | 0,02 | -0,03 | 1,19 |
| *Integridad* | | 5,17 | -31,67 | -1,87 | 0,01 | -0,02 | 0,60 |
| *Confort* | | 5,17 | -31,67 | -1,87 | 0,01 | -0,02 | 0,60 |
| *Apariencia* | | 0,83 | -11,15 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **9** | 4,10 | -58,04 | -0,02 | 0,02 | -0,01 | 1,03 |
| *Integridad* | | 2,06 | -27,68 | -0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,49 |
| *Confort* | | 2,06 | -27,68 | -0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,49 |
| *Apariencia* | | 0,83 | -11,15 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **10** | 1,47 | -37,49 | -5,16 | 0,01 | -0,04 | 0,62 |
| *Integridad* | | 0,25 | -14,59 | -3,23 | 0,00 | -0,02 | 0,23 |
| *Confort* | | 0,25 | -14,59 | -3,23 | 0,00 | -0,02 | 0,23 |
| *Apariencia* | | 0,83 | -11,15 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **11** | 9,35 | -31,29 | -5,15 | 0,01 | -0,04 | 0,64 |
| *Integridad* | | 5,51 | -10,46 | -3,10 | 0,00 | -0,02 | 0,24 |
| *Confort* | | 5,51 | -10,46 | -3,10 | 0,00 | -0,02 | 0,24 |
| *Apariencia* | | 0,83 | -11,15 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **12** | 1,60 | -20,95 | -0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,37 |
| *Integridad* | | 0,33 | -3,81 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,07 |
| *Confort* | | 0,33 | -3,81 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,07 |
| *Apariencia* | | 0,83 | -11,15 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **13** | -0,97 | -3,60 | -5,27 | 0,00 | -0,04 | 0,02 |
| *Integridad* | | -1,08 | 3,55 | -3,22 | 0,00 | -0,02 | -0,10 |
| *Confort* | | -1,08 | 3,55 | -3,22 | 0,00 | -0,02 | -0,10 |
| *Apariencia* | | 0,83 | -11,15 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **14** | 6,93 | 2,58 | -5,47 | 0,00 | -0,04 | 0,03 |
| *Integridad* | | 4,18 | 7,69 | -3,09 | 0,00 | -0,02 | -0,08 |
| *Confort* | | 4,18 | 7,69 | -3,09 | 0,00 | -0,02 | -0,08 |
| *Apariencia* | | 0,83 | -11,15 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **15** | -0,84 | 12,47 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,22 |
| *Integridad* | | -1,00 | 14,33 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,26 |
| *Confort* | | -1,00 | 14,33 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,26 |
| *Apariencia* | | 0,83 | -11,15 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,20 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

**Nudo : 55**

| Clase | Combinación | Desp. X | Desp. Y | Desp. Z | Giro X | Giro Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 2,89 | -0,10 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,12 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **2** | 5,83 | -0,20 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,26 |
| *Integridad* | | 2,03 | -0,06 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Confort* | | 2,03 | -0,06 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **3** | 12,72 | -0,44 | 0,19 | 0,00 | 0,00 | 0,60 |
| *Integridad* | | 7,01 | -0,21 | 0,10 | 0,00 | 0,00 | 0,30 |
| *Confort* | | 7,01 | -0,21 | 0,10 | 0,00 | 0,00 | 0,30 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **4** | 0,66 | -0,08 | -2,27 | -0,02 | -0,04 | 0,11 |
| *Integridad* | | -1,50 | 0,02 | -1,33 | -0,01 | -0,03 | -0,01 |
| *Confort* | | -1,50 | 0,02 | -1,33 | -0,01 | -0,03 | -0,01 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **5** | 7,77 | -0,08 | -2,23 | -0,02 | -0,04 | -0,06 |
| *Integridad* | | 3,24 | 0,02 | -1,32 | -0,01 | -0,02 | -0,12 |
| *Confort* | | 3,24 | 0,02 | -1,32 | -0,01 | -0,02 | -0,12 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **6** | -1,12 | 0,03 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,04 |
| *Integridad* | | -2,69 | 0,09 | -0,05 | 0,00 | 0,00 | -0,11 |
| *Confort* | | -2,69 | 0,09 | -0,05 | 0,00 | 0,00 | -0,11 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **7** | 11,47 | -0,42 | -1,54 | -0,01 | -0,02 | 0,59 |
| *Integridad* | | 6,11 | -0,20 | -0,70 | -0,01 | -0,02 | 0,29 |
| *Confort* | | 6,11 | -0,20 | -0,70 | -0,01 | -0,02 | 0,29 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **8** | 15,78 | -0,44 | -1,50 | -0,01 | -0,02 | 0,48 |
| *Integridad* | | 8,95 | -0,20 | -0,69 | -0,01 | -0,01 | 0,22 |
| *Confort* | | 8,95 | -0,20 | -0,69 | -0,01 | -0,01 | 0,22 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **9** | 10,54 | -0,35 | 0,16 | 0,00 | 0,00 | 0,49 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 5,40 | -0,16 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,23 |
| *Confort* | | 5,40 | -0,16 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,23 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **10** | 5,75 | -0,24 | -2,33 | -0,02 | -0,04 | 0,34 |
| *Integridad* | | 2,01 | -0,09 | -1,28 | -0,01 | -0,03 | 0,14 |
| *Confort* | | 2,01 | -0,09 | -1,28 | -0,01 | -0,03 | 0,14 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **11** | 12,90 | -0,26 | -2,29 | -0,02 | -0,04 | 0,16 |
| *Integridad* | | 6,74 | -0,09 | -1,27 | -0,01 | -0,02 | 0,02 |
| *Confort* | | 6,74 | -0,09 | -1,27 | -0,01 | -0,02 | 0,02 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **12** | 4,07 | -0,13 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,18 |
| *Integridad* | | 0,81 | -0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,04 |
| *Confort* | | 0,81 | -0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,04 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **13** | -0,52 | -0,04 | -2,25 | -0,02 | -0,04 | 0,06 |
| *Integridad* | | -1,50 | 0,02 | -1,33 | -0,01 | -0,03 | -0,01 |
| *Confort* | | -1,50 | 0,02 | -1,33 | -0,01 | -0,03 | -0,01 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **14** | 6,58 | -0,04 | -2,21 | -0,02 | -0,04 | -0,11 |
| *Integridad* | | 3,24 | 0,02 | -1,32 | -0,01 | -0,02 | -0,12 |
| *Confort* | | 3,24 | 0,02 | -1,32 | -0,01 | -0,02 | -0,12 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **15** | -2,32 | 0,07 | -0,03 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Integridad* | | -2,69 | 0,09 | -0,05 | 0,00 | 0,00 | -0,11 |
| *Confort* | | -2,69 | 0,09 | -0,05 | 0,00 | 0,00 | -0,11 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |

**Nudo : 56**

| Clase | Combinación | Desp. X | Desp. Y | Desp. Z | Giro X | Giro Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 57**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 58**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | -2,77 | -0,07 | 0,13 | 0,00 | 0,00 | -0,13 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | -2,08 | -0,05 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **2** | -5,61 | -0,14 | 0,26 | 0,00 | 0,00 | -0,27 |
| *Integridad* | | -1,97 | -0,04 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Confort* | | -1,97 | -0,04 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Apariencia* | | -2,08 | -0,05 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **3** | -12,22 | -0,33 | 0,57 | 0,01 | 0,00 | -0,62 |
| *Integridad* | | -6,79 | -0,15 | 0,29 | 0,00 | 0,00 | -0,31 |
| *Confort* | | -6,79 | -0,15 | 0,29 | 0,00 | 0,00 | -0,31 |
| *Apariencia* | | -2,08 | -0,05 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **4** | -1,83 | 0,00 | -2,27 | -0,02 | 0,04 | 0,01 |
| *Integridad* | | 0,65 | 0,05 | -1,39 | -0,01 | 0,03 | 0,09 |
| *Confort* | | 0,65 | 0,05 | -1,39 | -0,01 | 0,03 | 0,09 |
| *Apariencia* | | -2,08 | -0,05 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **5** | 4,87 | -0,10 | -2,34 | -0,02 | 0,04 | -0,19 |
| *Integridad* | | 5,10 | -0,01 | -1,46 | -0,01 | 0,02 | -0,04 |
| *Confort* | | 5,10 | -0,01 | -1,46 | -0,01 | 0,02 | -0,04 |
| *Apariencia* | | -2,08 | -0,05 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **6** | 1,14 | 0,02 | -0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,04 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 2,63 | 0,06 | -0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,11 |
| *Confort* | | 2,63 | 0,06 | -0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,11 |
| *Apariencia* | | -2,08 | -0,05 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **7** | -11,75 | -0,28 | -1,31 | -0,01 | 0,03 | -0,53 |
| *Integridad* | | -6,40 | -0,12 | -0,54 | -0,01 | 0,02 | -0,25 |
| *Confort* | | -6,40 | -0,12 | -0,54 | -0,01 | 0,02 | -0,25 |
| *Apariencia* | | -2,08 | -0,05 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **8** | -7,66 | -0,32 | -1,35 | -0,01 | 0,03 | -0,65 |
| *Integridad* | | -3,73 | -0,16 | -0,58 | -0,01 | 0,01 | -0,33 |
| *Confort* | | -3,73 | -0,16 | -0,58 | -0,01 | 0,01 | -0,33 |
| *Apariencia* | | -2,08 | -0,05 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **9** | -10,10 | -0,26 | 0,47 | 0,00 | 0,00 | -0,50 |
| *Integridad* | | -5,21 | -0,11 | 0,21 | 0,00 | 0,00 | -0,24 |
| *Confort* | | -5,21 | -0,11 | 0,21 | 0,00 | 0,00 | -0,24 |
| *Apariencia* | | -2,08 | -0,05 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **10** | -6,76 | -0,12 | -2,21 | -0,02 | 0,04 | -0,23 |
| *Integridad* | | -2,75 | -0,03 | -1,25 | -0,01 | 0,03 | -0,06 |
| *Confort* | | -2,75 | -0,03 | -1,25 | -0,01 | 0,03 | -0,06 |
| *Apariencia* | | -2,08 | -0,05 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **11** | -0,01 | -0,21 | -2,28 | -0,02 | 0,04 | -0,43 |
| *Integridad* | | 1,70 | -0,09 | -1,31 | -0,01 | 0,02 | -0,19 |
| *Confort* | | 1,70 | -0,09 | -1,31 | -0,01 | 0,02 | -0,19 |
| *Apariencia* | | -2,08 | -0,05 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **12** | -3,88 | -0,09 | 0,17 | 0,00 | 0,00 | -0,19 |
| *Integridad* | | -0,76 | -0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,04 |
| *Confort* | | -0,76 | -0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,04 |
| *Apariencia* | | -2,08 | -0,05 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **13** | -0,69 | 0,03 | -2,29 | -0,02 | 0,04 | 0,06 |
| *Integridad* | | 0,65 | 0,05 | -1,39 | -0,01 | 0,03 | 0,09 |
| *Confort* | | 0,65 | 0,05 | -1,39 | -0,01 | 0,03 | 0,09 |
| *Apariencia* | | -2,08 | -0,05 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **14** | 5,99 | -0,07 | -2,35 | -0,02 | 0,03 | -0,14 |
| *Integridad* | | 5,10 | -0,01 | -1,46 | -0,01 | 0,02 | -0,04 |
| *Confort* | | 5,10 | -0,01 | -1,46 | -0,01 | 0,02 | -0,04 |
| *Apariencia* | | -2,08 | -0,05 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **15** | 2,29 | 0,05 | -0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,10 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | 2,63 | 0,06 | -0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,11 |
| *Confort* | 2,63 | 0,06 | -0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,11 |
| *Apariencia* | -2,08 | -0,05 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |

**Nudo : 59**

| Clase | Combinación | Desp. X | Desp. Y | Desp. Z | Giro X | Giro Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | -0,95 | -15,50 | -0,02 | 0,01 | 0,01 | -0,28 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | -0,71 | -11,42 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **2** | -1,94 | -32,01 | -0,03 | 0,01 | 0,01 | -0,57 |
| *Integridad* | | -0,68 | -10,77 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,19 |
| *Confort* | | -0,68 | -10,77 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,19 |
| *Apariencia* | | -0,71 | -11,42 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **3** | -4,29 | -73,40 | -0,07 | 0,02 | 0,03 | -1,30 |
| *Integridad* | | -2,33 | -37,16 | -0,05 | 0,02 | 0,01 | -0,66 |
| *Confort* | | -2,33 | -37,16 | -0,05 | 0,02 | 0,01 | -0,66 |
| *Apariencia* | | -0,71 | -11,42 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **4** | -1,41 | -3,71 | -5,37 | 0,01 | 0,04 | -0,12 |
| *Integridad* | | -0,31 | 7,84 | -3,27 | 0,00 | 0,02 | 0,11 |
| *Confort* | | -0,31 | 7,84 | -3,27 | 0,00 | 0,02 | 0,11 |
| *Apariencia* | | -0,71 | -11,42 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **5** | 6,33 | -12,28 | -5,37 | 0,01 | 0,04 | -0,14 |
| *Integridad* | | 4,85 | 2,15 | -2,87 | 0,00 | 0,02 | 0,09 |
| *Confort* | | 4,85 | 2,15 | -2,87 | 0,00 | 0,02 | 0,09 |
| *Apariencia* | | -0,71 | -11,42 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **6** | 0,39 | 6,49 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,12 |
| *Integridad* | | 0,90 | 14,64 | 0,02 | -0,01 | -0,01 | 0,26 |
| *Confort* | | 0,90 | 14,64 | 0,02 | -0,01 | -0,01 | 0,26 |
| *Apariencia* | | -0,71 | -11,42 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **7** | -4,56 | -65,98 | -3,53 | 0,02 | 0,04 | -1,20 |
| *Integridad* | | -2,51 | -32,45 | -2,01 | 0,02 | 0,02 | -0,60 |
| *Confort* | | -2,51 | -32,45 | -2,01 | 0,02 | 0,02 | -0,60 |
| *Apariencia* | | -0,71 | -11,42 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **8** | 0,06 | -71,23 | -3,53 | 0,02 | 0,04 | -1,21 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,58 | -35,87 | -1,77 | 0,02 | 0,02 | -0,61 |
| *Confort* | | 0,58 | -35,87 | -1,77 | 0,02 | 0,02 | -0,61 |
| *Apariencia* | | -0,71 | -11,42 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **9** | -3,53 | -59,37 | -0,05 | 0,02 | 0,02 | -1,05 |
| *Integridad* | | -1,79 | -28,37 | -0,04 | 0,01 | 0,01 | -0,50 |
| *Confort* | | -1,79 | -28,37 | -0,04 | 0,01 | 0,01 | -0,50 |
| *Apariencia* | | -0,71 | -11,42 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **10** | -3,10 | -32,09 | -5,23 | 0,02 | 0,04 | -0,62 |
| *Integridad* | | -1,47 | -10,73 | -3,29 | 0,01 | 0,03 | -0,22 |
| *Confort* | | -1,47 | -10,73 | -3,29 | 0,01 | 0,03 | -0,22 |
| *Apariencia* | | -0,71 | -11,42 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **11** | 4,62 | -40,74 | -5,27 | 0,02 | 0,04 | -0,64 |
| *Integridad* | | 3,69 | -16,43 | -2,89 | 0,01 | 0,02 | -0,24 |
| *Confort* | | 3,69 | -16,43 | -2,89 | 0,01 | 0,02 | -0,24 |
| *Apariencia* | | -0,71 | -11,42 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **12** | -1,34 | -21,50 | -0,02 | 0,01 | 0,01 | -0,38 |
| *Integridad* | | -0,27 | -3,94 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,07 |
| *Confort* | | -0,27 | -3,94 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,07 |
| *Apariencia* | | -0,71 | -11,42 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **13** | -1,03 | 2,59 | -5,32 | 0,01 | 0,04 | 0,00 |
| *Integridad* | | -0,31 | 7,84 | -3,27 | 0,00 | 0,02 | 0,11 |
| *Confort* | | -0,31 | 7,84 | -3,27 | 0,00 | 0,02 | 0,11 |
| *Apariencia* | | -0,71 | -11,42 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **14** | 6,71 | -5,98 | -5,03 | 0,01 | 0,04 | -0,03 |
| *Integridad* | | 4,85 | 2,15 | -2,87 | 0,00 | 0,02 | 0,09 |
| *Confort* | | 4,85 | 2,15 | -2,87 | 0,00 | 0,02 | 0,09 |
| *Apariencia* | | -0,71 | -11,42 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **15** | 0,78 | 12,69 | 0,01 | -0,01 | 0,00 | 0,23 |
| *Integridad* | | 0,90 | 14,64 | 0,02 | -0,01 | -0,01 | 0,26 |
| *Confort* | | 0,90 | 14,64 | 0,02 | -0,01 | -0,01 | 0,26 |
| *Apariencia* | | -0,71 | -11,42 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | -0,20 |

**Nudo : 60**

| Clase | Combinación | Desp. X | Desp. Y | Desp. Z | Giro X | Giro Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,09 | -24,46 | -0,32 | 0,02 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -18,02 | -0,23 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,17 | -50,48 | -0,64 | 0,03 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,05 | -16,99 | -0,22 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,05 | -16,99 | -0,22 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -18,02 | -0,23 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,37 | -115,71 | -1,43 | 0,07 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,18 | -58,62 | -0,74 | 0,04 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,18 | -58,62 | -0,74 | 0,04 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -18,02 | -0,23 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | -0,57 | -10,79 | -6,76 | 0,01 | 0,00 | -0,09 |
| *Integridad* | | -0,44 | 9,09 | -3,70 | 0,00 | 0,00 | -0,06 |
| *Confort* | | -0,44 | 9,09 | -3,70 | 0,00 | 0,00 | -0,06 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -18,02 | -0,23 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 6,34 | -12,68 | -6,60 | 0,01 | 0,00 | 0,11 |
| *Integridad* | | 4,16 | 7,84 | -3,46 | 0,00 | 0,00 | 0,07 |
| *Confort* | | 4,16 | 7,84 | -3,46 | 0,00 | 0,00 | 0,07 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -18,02 | -0,23 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | 0,00 | 10,20 | 0,12 | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | -0,06 | 23,08 | 0,38 | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | -0,06 | 23,08 | 0,38 | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -18,02 | -0,23 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | -0,02 | -107,03 | -5,39 | 0,07 | 0,00 | -0,05 |
| *Integridad* | | -0,08 | -53,16 | -2,96 | 0,04 | 0,00 | -0,03 |
| *Confort* | | -0,08 | -53,16 | -2,96 | 0,04 | 0,00 | -0,03 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -18,02 | -0,23 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 4,15 | -108,23 | -5,40 | 0,07 | 0,00 | 0,07 |
| *Integridad* | | 2,68 | -53,91 | -2,82 | 0,04 | 0,00 | 0,05 |
| *Confort* | | 2,68 | -53,91 | -2,82 | 0,04 | 0,00 | 0,05 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -18,02 | -0,23 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,31 | -93,64 | -1,18 | 0,06 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,15 | -44,77 | -0,52 | 0,03 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,15 | -44,77 | -0,52 | 0,03 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -18,02 | -0,23 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | -0,42 | -55,55 | -6,87 | 0,04 | 0,00 | -0,09 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | -0,35 | -20,22 | -4,07 | 0,02 | 0,00 | -0,06 |
| *Confort* | | -0,35 | -20,22 | -4,07 | 0,02 | 0,00 | -0,06 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -18,02 | -0,23 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 6,50 | -57,49 | -6,91 | 0,04 | 0,00 | 0,11 |
| *Integridad* | | 4,25 | -21,47 | -3,83 | 0,02 | 0,00 | 0,07 |
| *Confort* | | 4,25 | -21,47 | -3,83 | 0,02 | 0,00 | 0,07 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -18,02 | -0,23 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,13 | -33,95 | -0,44 | 0,02 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,03 | -6,23 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,03 | -6,23 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -18,02 | -0,23 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | -0,61 | -0,85 | -6,67 | 0,01 | 0,00 | -0,09 |
| *Integridad* | | -0,44 | 9,09 | -3,70 | 0,00 | 0,00 | -0,06 |
| *Confort* | | -0,44 | 9,09 | -3,70 | 0,00 | 0,00 | -0,06 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -18,02 | -0,23 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 6,30 | -2,75 | -7,18 | 0,01 | 0,01 | 0,11 |
| *Integridad* | | 4,16 | 7,84 | -3,46 | 0,00 | 0,00 | 0,07 |
| *Confort* | | 4,16 | 7,84 | -3,46 | 0,00 | 0,00 | 0,07 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -18,02 | -0,23 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | -0,04 | 19,98 | 0,24 | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | -0,06 | 23,08 | 0,38 | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | -0,06 | 23,08 | 0,38 | -0,01 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -18,02 | -0,23 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 61**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 1,13 | -15,44 | -0,02 | 0,01 | -0,01 | 0,28 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,84 | -11,37 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **2** | 2,29 | -31,87 | -0,03 | 0,01 | -0,01 | 0,57 |
| *Integridad* | | 0,79 | -10,73 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,19 |
| *Confort* | | 0,79 | -10,73 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,19 |
| *Apariencia* | | 0,84 | -11,37 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **3** | 5,07 | -73,08 | -0,07 | 0,02 | -0,03 | 1,30 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 2,72 | -37,01 | -0,05 | 0,02 | -0,01 | 0,66 |
| *Confort* | | 2,72 | -37,01 | -0,05 | 0,02 | -0,01 | 0,66 |
| *Apariencia* | | 0,84 | -11,37 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **4** | -0,50 | -9,94 | -5,11 | 0,01 | -0,04 | 0,13 |
| *Integridad* | | -1,09 | 3,65 | -3,23 | 0,00 | -0,02 | -0,10 |
| *Confort* | | -1,09 | 3,65 | -3,23 | 0,00 | -0,02 | -0,10 |
| *Apariencia* | | 0,84 | -11,37 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **5** | 7,40 | -3,78 | -5,15 | 0,01 | -0,04 | 0,15 |
| *Integridad* | | 4,17 | 7,75 | -3,10 | 0,00 | -0,02 | -0,09 |
| *Confort* | | 4,17 | 7,75 | -3,10 | 0,00 | -0,02 | -0,09 |
| *Apariencia* | | 0,84 | -11,37 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **6** | -0,39 | 6,53 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,12 |
| *Integridad* | | -1,02 | 14,62 | 0,02 | -0,01 | 0,01 | -0,26 |
| *Confort* | | -1,02 | 14,62 | 0,02 | -0,01 | 0,01 | -0,26 |
| *Apariencia* | | 0,84 | -11,37 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **7** | 4,14 | -69,49 | -3,46 | 0,02 | -0,04 | 1,21 |
| *Integridad* | | 2,06 | -34,82 | -1,99 | 0,02 | -0,03 | 0,60 |
| *Confort* | | 2,06 | -34,82 | -1,99 | 0,02 | -0,03 | 0,60 |
| *Apariencia* | | 0,84 | -11,37 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **8** | 8,85 | -65,78 | -3,45 | 0,02 | -0,04 | 1,22 |
| *Integridad* | | 5,22 | -32,35 | -1,91 | 0,02 | -0,02 | 0,61 |
| *Confort* | | 5,22 | -32,35 | -1,91 | 0,02 | -0,02 | 0,61 |
| *Apariencia* | | 0,84 | -11,37 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **9** | 4,20 | -59,08 | -0,05 | 0,02 | -0,02 | 1,05 |
| *Integridad* | | 2,11 | -28,23 | -0,04 | 0,01 | -0,01 | 0,50 |
| *Confort* | | 2,11 | -28,23 | -0,04 | 0,01 | -0,01 | 0,50 |
| *Apariencia* | | 0,84 | -11,37 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **10** | 1,53 | -38,23 | -5,18 | 0,02 | -0,04 | 0,63 |
| *Integridad* | | 0,27 | -14,85 | -3,26 | 0,01 | -0,03 | 0,23 |
| *Confort* | | 0,27 | -14,85 | -3,26 | 0,01 | -0,03 | 0,23 |
| *Apariencia* | | 0,84 | -11,37 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **11** | 9,41 | -32,06 | -5,18 | 0,02 | -0,05 | 0,65 |
| *Integridad* | | 5,53 | -10,75 | -3,13 | 0,01 | -0,02 | 0,24 |
| *Confort* | | 5,53 | -10,75 | -3,13 | 0,01 | -0,02 | 0,24 |
| *Apariencia* | | 0,84 | -11,37 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **12** | 1,63 | -21,35 | -0,02 | 0,01 | -0,01 | 0,38 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,34 | -3,88 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,07 |
| *Confort* | | 0,34 | -3,88 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,07 |
| *Apariencia* | | 0,84 | -11,37 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **13** | -0,96 | -3,67 | -5,27 | 0,01 | -0,04 | 0,02 |
| *Integridad* | | -1,09 | 3,65 | -3,23 | 0,00 | -0,02 | -0,10 |
| *Confort* | | -1,09 | 3,65 | -3,23 | 0,00 | -0,02 | -0,10 |
| *Apariencia* | | 0,84 | -11,37 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **14** | 6,93 | 2,48 | -5,47 | 0,01 | -0,05 | 0,03 |
| *Integridad* | | 4,17 | 7,75 | -3,10 | 0,00 | -0,02 | -0,09 |
| *Confort* | | 4,17 | 7,75 | -3,10 | 0,00 | -0,02 | -0,09 |
| *Apariencia* | | 0,84 | -11,37 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **15** | -0,86 | 12,70 | 0,01 | -0,01 | 0,00 | -0,23 |
| *Integridad* | | -1,02 | 14,62 | 0,02 | -0,01 | 0,01 | -0,26 |
| *Confort* | | -1,02 | 14,62 | 0,02 | -0,01 | 0,01 | -0,26 |
| *Apariencia* | | 0,84 | -11,37 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,20 |

**Nudo : 62**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 2,94 | -0,10 | 0,13 | 0,00 | 0,00 | 0,13 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 2,21 | -0,07 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **2** | 5,95 | -0,20 | 0,26 | 0,00 | 0,00 | 0,26 |
| *Integridad* | | 2,08 | -0,06 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Confort* | | 2,08 | -0,06 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Apariencia* | | 2,21 | -0,07 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **3** | 12,96 | -0,45 | 0,58 | 0,01 | 0,00 | 0,61 |
| *Integridad* | | 7,16 | -0,21 | 0,29 | 0,00 | 0,00 | 0,30 |
| *Confort* | | 7,16 | -0,21 | 0,29 | 0,00 | 0,00 | 0,30 |
| *Apariencia* | | 2,21 | -0,07 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **4** | 0,69 | -0,08 | -2,23 | -0,02 | -0,04 | 0,11 |
| *Integridad* | | -1,52 | 0,02 | -1,36 | -0,01 | -0,03 | -0,01 |
| *Confort* | | -1,52 | 0,02 | -1,36 | -0,01 | -0,03 | -0,01 |
| *Apariencia* | | 2,21 | -0,07 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **5** | 7,81 | -0,08 | -2,18 | -0,02 | -0,04 | -0,06 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 3,21 | 0,02 | -1,34 | -0,01 | -0,02 | -0,12 |
| *Confort* | | 3,21 | 0,02 | -1,34 | -0,01 | -0,02 | -0,12 |
| *Apariencia* | | 2,21 | -0,07 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **6** | -1,15 | 0,03 | -0,04 | 0,00 | 0,00 | -0,04 |
| *Integridad* | | -2,75 | 0,09 | -0,14 | 0,00 | 0,00 | -0,11 |
| *Confort* | | -2,75 | 0,09 | -0,14 | 0,00 | 0,00 | -0,11 |
| *Apariencia* | | 2,21 | -0,07 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **7** | 11,69 | -0,43 | -1,21 | -0,01 | -0,03 | 0,59 |
| *Integridad* | | 6,25 | -0,21 | -0,52 | -0,01 | -0,02 | 0,30 |
| *Confort* | | 6,25 | -0,21 | -0,52 | -0,01 | -0,02 | 0,30 |
| *Apariencia* | | 2,21 | -0,07 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **8** | 16,00 | -0,45 | -1,16 | -0,01 | -0,03 | 0,49 |
| *Integridad* | | 9,09 | -0,20 | -0,51 | 0,00 | -0,02 | 0,23 |
| *Confort* | | 9,09 | -0,20 | -0,51 | 0,00 | -0,02 | 0,23 |
| *Apariencia* | | 2,21 | -0,07 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **9** | 10,73 | -0,36 | 0,48 | 0,00 | 0,00 | 0,49 |
| *Integridad* | | 5,51 | -0,16 | 0,21 | 0,00 | 0,00 | 0,23 |
| *Confort* | | 5,51 | -0,16 | 0,21 | 0,00 | 0,00 | 0,23 |
| *Apariencia* | | 2,21 | -0,07 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **10** | 5,89 | -0,24 | -2,16 | -0,02 | -0,04 | 0,35 |
| *Integridad* | | 2,06 | -0,09 | -1,21 | -0,01 | -0,03 | 0,14 |
| *Confort* | | 2,06 | -0,09 | -1,21 | -0,01 | -0,03 | 0,14 |
| *Apariencia* | | 2,21 | -0,07 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **11** | 13,04 | -0,26 | -2,11 | -0,02 | -0,04 | 0,17 |
| *Integridad* | | 6,79 | -0,09 | -1,20 | -0,01 | -0,02 | 0,03 |
| *Confort* | | 6,79 | -0,09 | -1,20 | -0,01 | -0,02 | 0,03 |
| *Apariencia* | | 2,21 | -0,07 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **12** | 4,15 | -0,13 | 0,17 | 0,00 | 0,00 | 0,18 |
| *Integridad* | | 0,83 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,04 |
| *Confort* | | 0,83 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,04 |
| *Apariencia* | | 2,21 | -0,07 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **13** | -0,51 | -0,04 | -2,24 | -0,02 | -0,04 | 0,06 |
| *Integridad* | | -1,52 | 0,02 | -1,36 | -0,01 | -0,03 | -0,01 |
| *Confort* | | -1,52 | 0,02 | -1,36 | -0,01 | -0,03 | -0,01 |
| *Apariencia* | | 2,21 | -0,07 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **14** | 6,59 | -0,04 | -2,18 | -0,02 | -0,04 | -0,11 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 3,21 | 0,02 | -1,34 | -0,01 | -0,02 | -0,12 |
| *Confort* | | 3,21 | 0,02 | -1,34 | -0,01 | -0,02 | -0,12 |
| *Apariencia* | | 2,21 | -0,07 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **15** | -2,37 | 0,07 | -0,09 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Integridad* | | -2,75 | 0,09 | -0,14 | 0,00 | 0,00 | -0,11 |
| *Confort* | | -2,75 | 0,09 | -0,14 | 0,00 | 0,00 | -0,11 |
| *Apariencia* | | 2,21 | -0,07 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |

**Nudo : 63**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

**Nudo : 64**

| Clase | Combinación | Desp. X | Desp. Y | Desp. Z | Giro X | Giro Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 65**

| Clase | Combinación | Desp. X | Desp. Y | Desp. Z | Giro X | Giro Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | -2,71 | -0,07 | 0,21 | 0,00 | 0,01 | -0,13 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **2** | -5,49 | -0,14 | 0,43 | 0,00 | 0,01 | -0,26 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | -1,91 | -0,04 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Confort* | | -1,91 | -0,04 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **3** | -11,91 | -0,32 | 0,96 | 0,01 | 0,02 | -0,61 |
| *Integridad* | | -6,60 | -0,15 | 0,49 | 0,00 | 0,01 | -0,30 |
| *Confort* | | -6,60 | -0,15 | 0,49 | 0,00 | 0,01 | -0,30 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **4** | -1,90 | 0,00 | -2,23 | -0,02 | 0,04 | 0,01 |
| *Integridad* | | 0,54 | 0,05 | -1,42 | -0,01 | 0,03 | 0,09 |
| *Confort* | | 0,54 | 0,05 | -1,42 | -0,01 | 0,03 | 0,09 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **5** | 4,88 | -0,10 | -2,29 | -0,02 | 0,04 | -0,19 |
| *Integridad* | | 5,09 | -0,02 | -1,49 | -0,01 | 0,02 | -0,05 |
| *Confort* | | 5,09 | -0,02 | -1,49 | -0,01 | 0,02 | -0,05 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **6** | 1,08 | 0,02 | -0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,04 |
| *Integridad* | | 2,51 | 0,06 | -0,23 | 0,00 | -0,01 | 0,11 |
| *Confort* | | 2,51 | 0,06 | -0,23 | 0,00 | -0,01 | 0,11 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **7** | -11,51 | -0,28 | -0,98 | -0,01 | 0,04 | -0,52 |
| *Integridad* | | -6,27 | -0,12 | -0,36 | 0,00 | 0,03 | -0,25 |
| *Confort* | | -6,27 | -0,12 | -0,36 | 0,00 | 0,03 | -0,25 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **8** | -7,37 | -0,32 | -1,03 | -0,01 | 0,04 | -0,65 |
| *Integridad* | | -3,54 | -0,16 | -0,41 | 0,00 | 0,02 | -0,33 |
| *Confort* | | -3,54 | -0,16 | -0,41 | 0,00 | 0,02 | -0,33 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **9** | -9,83 | -0,26 | 0,79 | 0,01 | 0,02 | -0,50 |
| *Integridad* | | -5,09 | -0,11 | 0,35 | 0,00 | 0,01 | -0,24 |
| *Confort* | | -5,09 | -0,11 | 0,35 | 0,00 | 0,01 | -0,24 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **10** | -6,73 | -0,12 | -2,03 | -0,02 | 0,05 | -0,23 |
| *Integridad* | | -2,75 | -0,03 | -1,17 | -0,01 | 0,03 | -0,06 |
| *Confort* | | -2,75 | -0,03 | -1,17 | -0,01 | 0,03 | -0,06 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **11** | 0,12 | -0,21 | -2,10 | -0,02 | 0,05 | -0,43 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 1,79 | -0,09 | -1,25 | -0,01 | 0,02 | -0,20 |
| *Confort* | | 1,79 | -0,09 | -1,25 | -0,01 | 0,02 | -0,20 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **12** | -3,80 | -0,09 | 0,29 | 0,00 | 0,01 | -0,19 |
| *Integridad* | | -0,79 | -0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,04 |
| *Confort* | | -0,79 | -0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,04 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **13** | -0,80 | 0,03 | -2,28 | -0,02 | 0,04 | 0,06 |
| *Integridad* | | 0,54 | 0,05 | -1,42 | -0,01 | 0,03 | 0,09 |
| *Confort* | | 0,54 | 0,05 | -1,42 | -0,01 | 0,03 | 0,09 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **14** | 6,00 | -0,07 | -2,35 | -0,02 | 0,03 | -0,14 |
| *Integridad* | | 5,09 | -0,02 | -1,49 | -0,01 | 0,02 | -0,05 |
| *Confort* | | 5,09 | -0,02 | -1,49 | -0,01 | 0,02 | -0,05 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Cálculo* | **15** | 2,22 | 0,05 | -0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Integridad* | | 2,51 | 0,06 | -0,23 | 0,00 | -0,01 | 0,11 |
| *Confort* | | 2,51 | 0,06 | -0,23 | 0,00 | -0,01 | 0,11 |
| *Apariencia* | | -2,03 | -0,05 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |

**Nudo : 66**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | -0,92 | -15,24 | -0,03 | -0,03 | 0,00 | -0,27 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | -0,68 | -11,19 | -0,03 | -0,02 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **2** | -1,88 | -31,44 | -0,05 | -0,06 | 0,01 | -0,55 |
| *Integridad* | | -0,65 | -10,53 | -0,02 | -0,02 | 0,00 | -0,19 |
| *Confort* | | -0,65 | -10,53 | -0,02 | -0,02 | 0,00 | -0,19 |
| *Apariencia* | | -0,68 | -11,19 | -0,03 | -0,02 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **3** | -4,13 | -71,91 | -0,11 | -0,13 | 0,02 | -1,26 |
| *Integridad* | | -2,24 | -36,31 | -0,08 | -0,08 | 0,01 | -0,64 |
| *Confort* | | -2,24 | -36,31 | -0,08 | -0,08 | 0,01 | -0,64 |
| *Apariencia* | | -0,68 | -11,19 | -0,03 | -0,02 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **4** | -1,45 | -4,00 | -5,38 | -0,01 | 0,04 | -0,12 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | -0,35 | 7,36 | -3,28 | 0,02 | 0,02 | 0,09 |
| *Confort* | | -0,35 | 7,36 | -3,28 | 0,02 | 0,02 | 0,09 |
| *Apariencia* | | -0,68 | -11,19 | -0,03 | -0,02 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **5** | 6,41 | -12,80 | -5,39 | 0,01 | 0,04 | -0,15 |
| *Integridad* | | 4,92 | 1,47 | -2,86 | 0,03 | 0,02 | 0,08 |
| *Confort* | | 4,92 | 1,47 | -2,86 | 0,03 | 0,02 | 0,08 |
| *Apariencia* | | -0,68 | -11,19 | -0,03 | -0,02 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **6** | 0,36 | 6,24 | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,11 |
| *Integridad* | | 0,85 | 14,08 | 0,04 | 0,04 | 0,00 | 0,25 |
| *Confort* | | 0,85 | 14,08 | 0,04 | 0,04 | 0,00 | 0,25 |
| *Apariencia* | | -0,68 | -11,19 | -0,03 | -0,02 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **7** | -4,43 | -64,91 | -3,57 | -0,10 | 0,03 | -1,17 |
| *Integridad* | | -2,45 | -31,89 | -2,05 | -0,07 | 0,02 | -0,58 |
| *Confort* | | -2,45 | -31,89 | -2,05 | -0,07 | 0,02 | -0,58 |
| *Apariencia* | | -0,68 | -11,19 | -0,03 | -0,02 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **8** | 0,26 | -70,27 | -3,57 | -0,10 | 0,03 | -1,18 |
| *Integridad* | | 0,71 | -35,43 | -1,79 | -0,06 | 0,02 | -0,59 |
| *Confort* | | 0,71 | -35,43 | -1,79 | -0,06 | 0,02 | -0,59 |
| *Apariencia* | | -0,68 | -11,19 | -0,03 | -0,02 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **9** | -3,39 | -58,13 | -0,09 | -0,10 | 0,01 | -1,02 |
| *Integridad* | | -1,73 | -27,86 | -0,06 | -0,06 | 0,00 | -0,49 |
| *Confort* | | -1,73 | -27,86 | -0,06 | -0,06 | 0,00 | -0,49 |
| *Apariencia* | | -0,68 | -11,19 | -0,03 | -0,02 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **10** | -3,09 | -31,92 | -5,26 | -0,06 | 0,04 | -0,62 |
| *Integridad* | | -1,47 | -10,79 | -3,32 | -0,02 | 0,02 | -0,23 |
| *Confort* | | -1,47 | -10,79 | -3,32 | -0,02 | 0,02 | -0,23 |
| *Apariencia* | | -0,68 | -11,19 | -0,03 | -0,02 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **11** | 4,75 | -40,78 | -5,29 | -0,05 | 0,04 | -0,64 |
| *Integridad* | | 3,80 | -16,68 | -2,90 | -0,01 | 0,02 | -0,24 |
| *Confort* | | 3,80 | -16,68 | -2,90 | -0,01 | 0,02 | -0,24 |
| *Apariencia* | | -0,68 | -11,19 | -0,03 | -0,02 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **12** | -1,30 | -21,12 | -0,03 | -0,04 | 0,00 | -0,37 |
| *Integridad* | | -0,27 | -4,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,07 |
| *Confort* | | -0,27 | -4,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,07 |
| *Apariencia* | | -0,68 | -11,19 | -0,03 | -0,02 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **13** | -1,08 | 2,14 | -5,32 | 0,01 | 0,04 | -0,01 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | -0,35 | 7,36 | -3,28 | 0,02 | 0,02 | 0,09 |
| *Confort* | | -0,35 | 7,36 | -3,28 | 0,02 | 0,02 | 0,09 |
| *Apariencia* | | -0,68 | -11,19 | -0,03 | -0,02 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **14** | 6,80 | -6,54 | -4,99 | 0,02 | 0,05 | -0,04 |
| *Integridad* | | 4,92 | 1,47 | -2,86 | 0,03 | 0,02 | 0,08 |
| *Confort* | | 4,92 | 1,47 | -2,86 | 0,03 | 0,02 | 0,08 |
| *Apariencia* | | -0,68 | -11,19 | -0,03 | -0,02 | 0,00 | -0,20 |
| *Cálculo* | **15** | 0,75 | 12,38 | 0,02 | 0,03 | 0,00 | 0,22 |
| *Integridad* | | 0,85 | 14,08 | 0,04 | 0,04 | 0,00 | 0,25 |
| *Confort* | | 0,85 | 14,08 | 0,04 | 0,04 | 0,00 | 0,25 |
| *Apariencia* | | -0,68 | -11,19 | -0,03 | -0,02 | 0,00 | -0,20 |

**Nudo : 67**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,09 | -23,95 | -0,53 | -0,07 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,58 | -0,39 | -0,06 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,17 | -49,40 | -1,06 | -0,15 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,05 | -16,54 | -0,36 | -0,05 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,05 | -16,54 | -0,36 | -0,05 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,58 | -0,39 | -0,06 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,36 | -112,67 | -2,39 | -0,37 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,19 | -57,04 | -1,24 | -0,19 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,19 | -57,04 | -1,24 | -0,19 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,58 | -0,39 | -0,06 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | -0,57 | -11,40 | -6,88 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Integridad* | | -0,43 | 8,16 | -3,60 | 0,06 | 0,00 | -0,06 |
| *Confort* | | -0,43 | 8,16 | -3,60 | 0,06 | 0,00 | -0,06 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,58 | -0,39 | -0,06 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 6,43 | -13,29 | -6,73 | 0,00 | 0,00 | 0,12 |
| *Integridad* | | 4,26 | 6,89 | -3,37 | 0,06 | 0,00 | 0,08 |
| *Confort* | | 4,26 | 6,89 | -3,37 | 0,06 | 0,00 | 0,08 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,58 | -0,39 | -0,06 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | 0,00 | 9,76 | 0,20 | 0,04 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | -0,06 | 22,07 | 0,63 | 0,09 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | -0,06 | 22,07 | 0,63 | 0,09 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,58 | -0,39 | -0,06 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | -0,02 | -104,76 | -6,29 | -0,32 | 0,00 | -0,05 |
| *Integridad* | | -0,07 | -52,15 | -3,40 | -0,15 | 0,00 | -0,03 |
| *Confort* | | -0,07 | -52,15 | -3,40 | -0,15 | 0,00 | -0,03 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,58 | -0,39 | -0,06 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 4,20 | -105,94 | -6,31 | -0,32 | 0,00 | 0,07 |
| *Integridad* | | 2,74 | -52,91 | -3,26 | -0,15 | 0,00 | 0,05 |
| *Confort* | | 2,74 | -52,91 | -3,26 | -0,15 | 0,00 | 0,05 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,58 | -0,39 | -0,06 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,31 | -91,11 | -1,97 | -0,30 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,15 | -43,80 | -0,86 | -0,13 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,15 | -43,80 | -0,86 | -0,13 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,58 | -0,39 | -0,06 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | -0,42 | -55,29 | -7,34 | -0,12 | 0,00 | -0,09 |
| *Integridad* | | -0,34 | -20,36 | -4,22 | -0,03 | 0,00 | -0,06 |
| *Confort* | | -0,34 | -20,36 | -4,22 | -0,03 | 0,00 | -0,06 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,58 | -0,39 | -0,06 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 6,59 | -57,20 | -7,39 | -0,13 | 0,00 | 0,12 |
| *Integridad* | | 4,35 | -21,63 | -3,99 | -0,03 | 0,00 | 0,08 |
| *Confort* | | 4,35 | -21,63 | -3,99 | -0,03 | 0,00 | 0,08 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,58 | -0,39 | -0,06 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,13 | -33,22 | -0,74 | -0,10 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,03 | -6,45 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,03 | -6,45 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,58 | -0,39 | -0,06 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | -0,60 | -1,75 | -6,70 | 0,03 | 0,00 | -0,09 |
| *Integridad* | | -0,43 | 8,16 | -3,60 | 0,06 | 0,00 | -0,06 |
| *Confort* | | -0,43 | 8,16 | -3,60 | 0,06 | 0,00 | -0,06 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,58 | -0,39 | -0,06 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 6,39 | -3,44 | -7,27 | 0,02 | 0,01 | 0,12 |
| *Integridad* | | 4,26 | 6,89 | -3,37 | 0,06 | 0,00 | 0,08 |
| *Confort* | | 4,26 | 6,89 | -3,37 | 0,06 | 0,00 | 0,08 |
| *Apariencia* | | 0,06 | -17,58 | -0,39 | -0,06 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | -0,04 | 19,41 | 0,40 | 0,06 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | -0,06 | 22,07 | 0,63 | 0,09 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | -0,06 | 22,07 | 0,63 | 0,09 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | 0,06 | -17,58 | -0,39 | -0,06 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 68**

| Clase | Combinación | Desp. X | Desp. Y | Desp. Z | Giro X | Giro Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 1,10 | -15,17 | -0,03 | -0,03 | 0,00 | 0,27 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,82 | -11,14 | -0,03 | -0,02 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **2** | 2,23 | -31,30 | -0,05 | -0,06 | -0,01 | 0,55 |
| *Integridad* | | 0,76 | -10,48 | -0,02 | -0,02 | 0,00 | 0,19 |
| *Confort* | | 0,76 | -10,48 | -0,02 | -0,02 | 0,00 | 0,19 |
| *Apariencia* | | 0,82 | -11,14 | -0,03 | -0,02 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **3** | 4,89 | -71,60 | -0,11 | -0,12 | -0,02 | 1,26 |
| *Integridad* | | 2,63 | -36,15 | -0,08 | -0,09 | -0,01 | 0,64 |
| *Confort* | | 2,63 | -36,15 | -0,08 | -0,09 | -0,01 | 0,64 |
| *Apariencia* | | 0,82 | -11,14 | -0,03 | -0,02 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **4** | -0,47 | -10,35 | -5,10 | 0,00 | -0,04 | 0,14 |
| *Integridad* | | -1,04 | 3,09 | -3,25 | 0,03 | -0,02 | -0,09 |
| *Confort* | | -1,04 | 3,09 | -3,25 | 0,03 | -0,02 | -0,09 |
| *Apariencia* | | 0,82 | -11,14 | -0,03 | -0,02 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **5** | 7,53 | -3,98 | -5,15 | -0,01 | -0,04 | 0,15 |
| *Integridad* | | 4,34 | 7,36 | -3,12 | 0,01 | -0,02 | -0,08 |
| *Confort* | | 4,34 | 7,36 | -3,12 | 0,01 | -0,02 | -0,08 |
| *Apariencia* | | 0,82 | -11,14 | -0,03 | -0,02 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **6** | -0,37 | 6,28 | 0,01 | 0,02 | 0,00 | -0,11 |
| *Integridad* | | -0,97 | 14,05 | 0,04 | 0,04 | 0,00 | -0,25 |
| *Confort* | | -0,97 | 14,05 | 0,04 | 0,04 | 0,00 | -0,25 |
| *Apariencia* | | 0,82 | -11,14 | -0,03 | -0,02 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **7** | 3,99 | -68,49 | -3,50 | -0,10 | -0,04 | 1,18 |
| *Integridad* | | 2,01 | -34,29 | -2,03 | -0,07 | -0,02 | 0,59 |
| *Confort* | | 2,01 | -34,29 | -2,03 | -0,07 | -0,02 | 0,59 |
| *Apariencia* | | 0,82 | -11,14 | -0,03 | -0,02 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **8** | 8,77 | -64,64 | -3,49 | -0,11 | -0,04 | 1,19 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 5,24 | -31,73 | -1,95 | -0,08 | -0,02 | 0,60 |
| *Confort* | | 5,24 | -31,73 | -1,95 | -0,08 | -0,02 | 0,60 |
| *Apariencia* | | 0,82 | -11,14 | -0,03 | -0,02 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **9** | 4,05 | -57,85 | -0,09 | -0,10 | -0,01 | 1,02 |
| *Integridad* | | 2,05 | -27,72 | -0,06 | -0,06 | 0,00 | 0,49 |
| *Confort* | | 2,05 | -27,72 | -0,06 | -0,06 | 0,00 | 0,49 |
| *Apariencia* | | 0,82 | -11,14 | -0,03 | -0,02 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **10** | 1,51 | -38,18 | -5,20 | -0,06 | -0,04 | 0,63 |
| *Integridad* | | 0,28 | -14,98 | -3,29 | -0,02 | -0,02 | 0,23 |
| *Confort* | | 0,28 | -14,98 | -3,29 | -0,02 | -0,02 | 0,23 |
| *Apariencia* | | 0,82 | -11,14 | -0,03 | -0,02 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **11** | 9,49 | -31,78 | -5,20 | -0,07 | -0,04 | 0,65 |
| *Integridad* | | 5,66 | -10,71 | -3,16 | -0,03 | -0,02 | 0,25 |
| *Confort* | | 5,66 | -10,71 | -3,16 | -0,03 | -0,02 | 0,25 |
| *Apariencia* | | 0,82 | -11,14 | -0,03 | -0,02 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **12** | 1,59 | -20,97 | -0,03 | -0,04 | 0,00 | 0,37 |
| *Integridad* | | 0,35 | -4,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,07 |
| *Confort* | | 0,35 | -4,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,07 |
| *Apariencia* | | 0,82 | -11,14 | -0,03 | -0,02 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **13** | -0,92 | -4,23 | -5,27 | 0,01 | -0,04 | 0,03 |
| *Integridad* | | -1,04 | 3,09 | -3,25 | 0,03 | -0,02 | -0,09 |
| *Confort* | | -1,04 | 3,09 | -3,25 | 0,03 | -0,02 | -0,09 |
| *Apariencia* | | 0,82 | -11,14 | -0,03 | -0,02 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **14** | 7,09 | 2,25 | -5,47 | -0,01 | -0,05 | 0,04 |
| *Integridad* | | 4,34 | 7,36 | -3,12 | 0,01 | -0,02 | -0,08 |
| *Confort* | | 4,34 | 7,36 | -3,12 | 0,01 | -0,02 | -0,08 |
| *Apariencia* | | 0,82 | -11,14 | -0,03 | -0,02 | 0,00 | 0,20 |
| *Cálculo* | **15** | -0,82 | 12,39 | 0,02 | 0,03 | 0,00 | -0,22 |
| *Integridad* | | -0,97 | 14,05 | 0,04 | 0,04 | 0,00 | -0,25 |
| *Confort* | | -0,97 | 14,05 | 0,04 | 0,04 | 0,00 | -0,25 |
| *Apariencia* | | 0,82 | -11,14 | -0,03 | -0,02 | 0,00 | 0,20 |

**Nudo : 69**

| Clase | Combinación | Desp. X | Desp. Y | Desp. Z | Giro X | Giro Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 2,88 | -0,10 | 0,21 | 0,00 | -0,01 | 0,12 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **2** | 5,83 | -0,20 | 0,43 | 0,00 | -0,01 | 0,26 |
| *Integridad* | | 2,02 | -0,06 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Confort* | | 2,02 | -0,06 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **3** | 12,64 | -0,44 | 0,96 | 0,01 | -0,02 | 0,60 |
| *Integridad* | | 6,97 | -0,21 | 0,49 | 0,00 | -0,01 | 0,30 |
| *Confort* | | 6,97 | -0,21 | 0,49 | 0,00 | -0,01 | 0,30 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **4** | 0,76 | -0,08 | -2,20 | -0,02 | -0,03 | 0,12 |
| *Integridad* | | -1,40 | 0,01 | -1,39 | -0,01 | -0,02 | 0,00 |
| *Confort* | | -1,40 | 0,01 | -1,39 | -0,01 | -0,02 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **5** | 7,97 | -0,08 | -2,14 | -0,02 | -0,04 | -0,06 |
| *Integridad* | | 3,43 | 0,02 | -1,37 | -0,01 | -0,02 | -0,12 |
| *Confort* | | 3,43 | 0,02 | -1,37 | -0,01 | -0,02 | -0,12 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **6** | -1,09 | 0,03 | -0,07 | 0,00 | 0,00 | -0,04 |
| *Integridad* | | -2,63 | 0,09 | -0,23 | 0,00 | 0,01 | -0,11 |
| *Confort* | | -2,63 | 0,09 | -0,23 | 0,00 | 0,01 | -0,11 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **7** | 11,44 | -0,43 | -0,89 | -0,01 | -0,04 | 0,59 |
| *Integridad* | | 6,13 | -0,20 | -0,34 | 0,00 | -0,03 | 0,29 |
| *Confort* | | 6,13 | -0,20 | -0,34 | 0,00 | -0,03 | 0,29 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **8** | 15,81 | -0,44 | -0,82 | -0,01 | -0,04 | 0,48 |
| *Integridad* | | 9,03 | -0,20 | -0,33 | 0,00 | -0,03 | 0,22 |
| *Confort* | | 9,03 | -0,20 | -0,33 | 0,00 | -0,03 | 0,22 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **9** | 10,46 | -0,35 | 0,79 | 0,01 | -0,02 | 0,49 |
| *Integridad* | | 5,39 | -0,16 | 0,35 | 0,00 | -0,01 | 0,23 |
| *Confort* | | 5,39 | -0,16 | 0,35 | 0,00 | -0,01 | 0,23 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **10** | 5,86 | -0,24 | -2,00 | -0,02 | -0,04 | 0,35 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 2,08 | -0,09 | -1,14 | -0,01 | -0,03 | 0,14 |
| *Confort* | | 2,08 | -0,09 | -1,14 | -0,01 | -0,03 | 0,14 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **11** | 13,10 | -0,26 | -1,93 | -0,02 | -0,05 | 0,17 |
| *Integridad* | | 6,91 | -0,09 | -1,13 | -0,01 | -0,03 | 0,02 |
| *Confort* | | 6,91 | -0,09 | -1,13 | -0,01 | -0,03 | 0,02 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **12** | 4,07 | -0,13 | 0,29 | 0,00 | -0,01 | 0,18 |
| *Integridad* | | 0,85 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,04 |
| *Confort* | | 0,85 | -0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,04 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **13** | -0,40 | -0,04 | -2,24 | -0,02 | -0,04 | 0,07 |
| *Integridad* | | -1,40 | 0,01 | -1,39 | -0,01 | -0,02 | 0,00 |
| *Confort* | | -1,40 | 0,01 | -1,39 | -0,01 | -0,02 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **14** | 6,77 | -0,04 | -2,16 | -0,02 | -0,04 | -0,11 |
| *Integridad* | | 3,43 | 0,02 | -1,37 | -0,01 | -0,02 | -0,12 |
| *Confort* | | 3,43 | 0,02 | -1,37 | -0,01 | -0,02 | -0,12 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| *Cálculo* | **15** | -2,30 | 0,07 | -0,14 | 0,00 | 0,00 | -0,09 |
| *Integridad* | | -2,63 | 0,09 | -0,23 | 0,00 | 0,01 | -0,11 |
| *Confort* | | -2,63 | 0,09 | -0,23 | 0,00 | 0,01 | -0,11 |
| *Apariencia* | | 2,16 | -0,07 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |

**Nudo : 70**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 71**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 72**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | -1,62 | -0,06 | 0,30 | 0,00 | 0,01 | -0,09 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | -1,14 | -0,05 | 0,22 | 0,00 | 0,01 | -0,07 |
| *Cálculo* | **2** | -3,30 | -0,12 | 0,60 | 0,01 | 0,02 | -0,19 |
| *Integridad* | | -1,07 | -0,03 | 0,20 | 0,00 | 0,01 | -0,06 |
| *Confort* | | -1,07 | -0,03 | 0,20 | 0,00 | 0,01 | -0,06 |
| *Apariencia* | | -1,14 | -0,05 | 0,22 | 0,00 | 0,01 | -0,07 |
| *Cálculo* | **3** | -7,68 | -0,25 | 1,34 | 0,02 | 0,04 | -0,45 |
| *Integridad* | | -3,70 | -0,12 | 0,69 | 0,01 | 0,03 | -0,22 |
| *Confort* | | -3,70 | -0,12 | 0,69 | 0,01 | 0,03 | -0,22 |
| *Apariencia* | | -1,14 | -0,05 | 0,22 | 0,00 | 0,01 | -0,07 |
| *Cálculo* | **4** | -0,61 | -0,06 | -2,19 | -0,04 | 0,05 | 0,01 |
| *Integridad* | | 0,70 | 0,00 | -1,44 | -0,03 | 0,03 | 0,06 |
| *Confort* | | 0,70 | 0,00 | -1,44 | -0,03 | 0,03 | 0,06 |
| *Apariencia* | | -1,14 | -0,05 | 0,22 | 0,00 | 0,01 | -0,07 |
| *Cálculo* | **5** | 5,22 | -0,15 | -2,26 | -0,04 | 0,05 | -0,16 |
| *Integridad* | | 4,92 | -0,06 | -1,53 | -0,03 | 0,02 | -0,06 |
| *Confort* | | 4,92 | -0,06 | -1,53 | -0,03 | 0,02 | -0,06 |
| *Apariencia* | | -1,14 | -0,05 | 0,22 | 0,00 | 0,01 | -0,07 |
| *Cálculo* | **6** | 0,59 | 0,01 | -0,10 | 0,00 | 0,00 | 0,03 |
| *Integridad* | | 1,30 | 0,04 | -0,32 | 0,00 | -0,01 | 0,08 |
| *Confort* | | 1,30 | 0,04 | -0,32 | 0,00 | -0,01 | 0,08 |
| *Apariencia* | | -1,14 | -0,05 | 0,22 | 0,00 | 0,01 | -0,07 |
| *Cálculo* | **7** | -7,17 | -0,21 | -0,66 | -0,02 | 0,06 | -0,39 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | -3,29 | -0,12 | -0,18 | -0,01 | 0,04 | -0,18 |
| *Confort* | | -3,29 | -0,12 | -0,18 | -0,01 | 0,04 | -0,18 |
| *Apariencia* | | -1,14 | -0,05 | 0,22 | 0,00 | 0,01 | -0,07 |
| *Cálculo* | **8** | -3,61 | -0,26 | -0,71 | -0,02 | 0,06 | -0,50 |
| *Integridad* | | -0,75 | -0,15 | -0,23 | -0,01 | 0,04 | -0,25 |
| *Confort* | | -0,75 | -0,15 | -0,23 | -0,01 | 0,04 | -0,25 |
| *Apariencia* | | -1,14 | -0,05 | 0,22 | 0,00 | 0,01 | -0,07 |
| *Cálculo* | **9** | -6,30 | -0,20 | 1,11 | 0,01 | 0,04 | -0,37 |
| *Integridad* | | -2,93 | -0,09 | 0,49 | 0,01 | 0,02 | -0,17 |
| *Confort* | | -2,93 | -0,09 | 0,49 | 0,01 | 0,02 | -0,17 |
| *Apariencia* | | -1,14 | -0,05 | 0,22 | 0,00 | 0,01 | -0,07 |
| *Cálculo* | **10** | -3,58 | -0,14 | -1,87 | -0,04 | 0,06 | -0,16 |
| *Integridad* | | -1,16 | -0,06 | -1,10 | -0,02 | 0,04 | -0,05 |
| *Confort* | | -1,16 | -0,06 | -1,10 | -0,02 | 0,04 | -0,05 |
| *Apariencia* | | -1,14 | -0,05 | 0,22 | 0,00 | 0,01 | -0,07 |
| *Cálculo* | **11** | 2,30 | -0,22 | -1,94 | -0,04 | 0,06 | -0,34 |
| *Integridad* | | 3,07 | -0,12 | -1,19 | -0,02 | 0,03 | -0,17 |
| *Confort* | | 3,07 | -0,12 | -1,19 | -0,02 | 0,03 | -0,17 |
| *Apariencia* | | -1,14 | -0,05 | 0,22 | 0,00 | 0,01 | -0,07 |
| *Cálculo* | **12** | -2,30 | -0,07 | 0,41 | 0,01 | 0,01 | -0,14 |
| *Integridad* | | -0,56 | -0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | -0,03 |
| *Confort* | | -0,56 | -0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | -0,03 |
| *Apariencia* | | -1,14 | -0,05 | 0,22 | 0,00 | 0,01 | -0,07 |
| *Cálculo* | **13** | 0,09 | -0,04 | -2,27 | -0,04 | 0,05 | 0,05 |
| *Integridad* | | 0,70 | 0,00 | -1,44 | -0,03 | 0,03 | 0,06 |
| *Confort* | | 0,70 | 0,00 | -1,44 | -0,03 | 0,03 | 0,06 |
| *Apariencia* | | -1,14 | -0,05 | 0,22 | 0,00 | 0,01 | -0,07 |
| *Cálculo* | **14** | 6,04 | -0,13 | -2,36 | -0,04 | 0,03 | -0,13 |
| *Integridad* | | 4,92 | -0,06 | -1,53 | -0,03 | 0,02 | -0,06 |
| *Confort* | | 4,92 | -0,06 | -1,53 | -0,03 | 0,02 | -0,06 |
| *Apariencia* | | -1,14 | -0,05 | 0,22 | 0,00 | 0,01 | -0,07 |
| *Cálculo* | **15** | 1,33 | 0,03 | -0,20 | 0,00 | -0,01 | 0,06 |
| *Integridad* | | 1,30 | 0,04 | -0,32 | 0,00 | -0,01 | 0,08 |
| *Confort* | | 1,30 | 0,04 | -0,32 | 0,00 | -0,01 | 0,08 |
| *Apariencia* | | -1,14 | -0,05 | 0,22 | 0,00 | 0,01 | -0,07 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

**Nudo : 73**

| Clase | Combinación | Desp. X | Desp. Y | Desp. Z | Giro X | Giro Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | -0,43 | -10,47 | -0,04 | -0,20 | -0,02 | -0,17 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | -0,29 | -7,41 | -0,04 | -0,16 | -0,02 | -0,12 |
| *Cálculo* | **2** | -0,89 | -21,45 | -0,10 | -0,42 | -0,04 | -0,36 |
| *Integridad* | | -0,28 | -6,88 | -0,03 | -0,15 | -0,02 | -0,11 |
| *Confort* | | -0,28 | -6,88 | -0,03 | -0,15 | -0,02 | -0,11 |
| *Apariencia* | | -0,29 | -7,41 | -0,04 | -0,16 | -0,02 | -0,12 |
| *Cálculo* | **3** | -2,21 | -50,56 | -0,26 | -0,96 | -0,08 | -0,86 |
| *Integridad* | | -0,96 | -23,74 | -0,11 | -0,51 | -0,05 | -0,39 |
| *Confort* | | -0,96 | -23,74 | -0,11 | -0,51 | -0,05 | -0,39 |
| *Apariencia* | | -0,29 | -7,41 | -0,04 | -0,16 | -0,02 | -0,12 |
| *Cálculo* | **4** | -0,37 | -2,24 | -5,39 | -0,08 | 0,03 | -0,08 |
| *Integridad* | | 0,12 | 4,66 | -3,29 | 0,10 | 0,03 | 0,05 |
| *Confort* | | 0,12 | 4,66 | -3,29 | 0,10 | 0,03 | 0,05 |
| *Apariencia* | | -0,29 | -7,41 | -0,04 | -0,16 | -0,02 | -0,12 |
| *Cálculo* | **5** | 6,37 | -9,68 | -5,41 | -0,20 | 0,01 | -0,10 |
| *Integridad* | | 5,00 | -0,31 | -2,84 | 0,02 | 0,02 | 0,04 |
| *Confort* | | 5,00 | -0,31 | -2,84 | 0,02 | 0,02 | 0,04 |
| *Apariencia* | | -0,29 | -7,41 | -0,04 | -0,16 | -0,02 | -0,12 |
| *Cálculo* | **6** | 0,15 | 3,94 | 0,01 | 0,08 | 0,01 | 0,07 |
| *Integridad* | | 0,30 | 8,79 | 0,05 | 0,20 | 0,02 | 0,14 |
| *Confort* | | 0,30 | 8,79 | 0,05 | 0,20 | 0,02 | 0,14 |
| *Apariencia* | | -0,29 | -7,41 | -0,04 | -0,16 | -0,02 | -0,12 |
| *Cálculo* | **7** | -2,18 | -45,72 | -3,70 | -0,88 | -0,05 | -0,80 |
| *Integridad* | | -0,89 | -20,94 | -2,09 | -0,45 | -0,03 | -0,36 |
| *Confort* | | -0,89 | -20,94 | -2,09 | -0,45 | -0,03 | -0,36 |
| *Apariencia* | | -0,29 | -7,41 | -0,04 | -0,16 | -0,02 | -0,12 |
| *Cálculo* | **8** | 1,88 | -50,24 | -3,71 | -0,95 | -0,06 | -0,81 |
| *Integridad* | | 2,04 | -23,92 | -1,82 | -0,50 | -0,04 | -0,37 |
| *Confort* | | 2,04 | -23,92 | -1,82 | -0,50 | -0,04 | -0,37 |
| *Apariencia* | | -0,29 | -7,41 | -0,04 | -0,16 | -0,02 | -0,12 |
| *Cálculo* | **9** | -1,80 | -40,87 | -0,19 | -0,77 | -0,06 | -0,69 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | -0,79 | -18,46 | -0,08 | -0,39 | -0,04 | -0,31 |
| *Confort* | | -0,79 | -18,46 | -0,08 | -0,39 | -0,04 | -0,31 |
| *Apariencia* | | -0,29 | -7,41 | -0,04 | -0,16 | -0,02 | -0,12 |
| *Cálculo* | **10** | -1,17 | -21,26 | -5,31 | -0,45 | -0,01 | -0,40 |
| *Integridad* | | -0,36 | -7,20 | -3,35 | -0,15 | 0,00 | -0,15 |
| *Confort* | | -0,36 | -7,20 | -3,35 | -0,15 | 0,00 | -0,15 |
| *Apariencia* | | -0,29 | -7,41 | -0,04 | -0,16 | -0,02 | -0,12 |
| *Cálculo* | **11** | 5,58 | -28,70 | -5,34 | -0,57 | -0,03 | -0,41 |
| *Integridad* | | 4,52 | -12,18 | -2,90 | -0,24 | -0,01 | -0,16 |
| *Confort* | | 4,52 | -12,18 | -2,90 | -0,24 | -0,01 | -0,16 |
| *Apariencia* | | -0,29 | -7,41 | -0,04 | -0,16 | -0,02 | -0,12 |
| *Cálculo* | **12** | -0,63 | -14,45 | -0,05 | -0,28 | -0,03 | -0,24 |
| *Integridad* | | -0,19 | -3,07 | 0,00 | -0,06 | -0,01 | -0,05 |
| *Confort* | | -0,19 | -3,07 | 0,00 | -0,06 | -0,01 | -0,05 |
| *Apariencia* | | -0,29 | -7,41 | -0,04 | -0,16 | -0,02 | -0,12 |
| *Cálculo* | **13** | -0,16 | 1,88 | -5,32 | 0,00 | 0,04 | -0,01 |
| *Integridad* | | 0,12 | 4,66 | -3,29 | 0,10 | 0,03 | 0,05 |
| *Confort* | | 0,12 | 4,66 | -3,29 | 0,10 | 0,03 | 0,05 |
| *Apariencia* | | -0,29 | -7,41 | -0,04 | -0,16 | -0,02 | -0,12 |
| *Cálculo* | **14** | 6,67 | -5,25 | -4,95 | -0,11 | 0,03 | -0,02 |
| *Integridad* | | 5,00 | -0,31 | -2,84 | 0,02 | 0,02 | 0,04 |
| *Confort* | | 5,00 | -0,31 | -2,84 | 0,02 | 0,02 | 0,04 |
| *Apariencia* | | -0,29 | -7,41 | -0,04 | -0,16 | -0,02 | -0,12 |
| *Cálculo* | **15** | 0,36 | 8,25 | 0,02 | 0,17 | 0,02 | 0,14 |
| *Integridad* | | 0,30 | 8,79 | 0,05 | 0,20 | 0,02 | 0,14 |
| *Confort* | | 0,30 | 8,79 | 0,05 | 0,20 | 0,02 | 0,14 |
| *Apariencia* | | -0,29 | -7,41 | -0,04 | -0,16 | -0,02 | -0,12 |

**Nudo : 74**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,09 | -15,79 | -0,76 | -0,28 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -11,15 | -0,54 | -0,22 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **2** | 0,18 | -32,43 | -1,55 | -0,57 | 0,00 | 0,00 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 0,06 | -10,37 | -0,50 | -0,21 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,06 | -10,37 | -0,50 | -0,21 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -11,15 | -0,54 | -0,22 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **3** | 0,37 | -77,30 | -3,65 | -0,99 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,22 | -35,76 | -1,74 | -0,71 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,22 | -35,76 | -1,74 | -0,71 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -11,15 | -0,54 | -0,22 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **4** | 0,31 | -7,62 | -7,01 | -0,23 | 0,00 | -0,08 |
| *Integridad* | | 0,27 | 4,24 | -3,50 | 0,06 | 0,00 | -0,05 |
| *Confort* | | 0,27 | 4,24 | -3,50 | 0,06 | 0,00 | -0,05 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -11,15 | -0,54 | -0,22 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **5** | 6,28 | -8,96 | -6,85 | -0,25 | 0,00 | 0,10 |
| *Integridad* | | 4,64 | 3,35 | -3,29 | 0,04 | 0,00 | 0,07 |
| *Confort* | | 4,64 | 3,35 | -3,29 | 0,04 | 0,00 | 0,07 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -11,15 | -0,54 | -0,22 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **6** | -0,01 | 5,86 | 0,28 | 0,12 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | -0,08 | 13,00 | 0,88 | 0,27 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | -0,08 | 13,00 | 0,88 | 0,27 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -11,15 | -0,54 | -0,22 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **7** | 0,52 | -72,70 | -7,43 | -0,94 | 0,00 | -0,04 |
| *Integridad* | | 0,38 | -33,22 | -3,84 | -0,67 | 0,00 | -0,03 |
| *Confort* | | 0,38 | -33,22 | -3,84 | -0,67 | 0,00 | -0,03 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -11,15 | -0,54 | -0,22 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **8** | 4,14 | -73,51 | -7,46 | -0,95 | 0,00 | 0,07 |
| *Integridad* | | 3,00 | -33,75 | -3,71 | -0,68 | 0,00 | 0,04 |
| *Confort* | | 3,00 | -33,75 | -3,71 | -0,68 | 0,00 | 0,04 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -11,15 | -0,54 | -0,22 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **9** | 0,31 | -62,43 | -2,96 | -0,80 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,17 | -27,96 | -1,21 | -0,55 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,17 | -27,96 | -1,21 | -0,55 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -11,15 | -0,54 | -0,22 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **10** | 0,48 | -36,52 | -7,88 | -0,74 | 0,00 | -0,07 |
| *Integridad* | | 0,37 | -13,64 | -4,37 | -0,30 | 0,00 | -0,05 |
| *Confort* | | 0,37 | -13,64 | -4,37 | -0,30 | 0,00 | -0,05 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -11,15 | -0,54 | -0,22 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **11** | 6,47 | -37,79 | -7,95 | -0,76 | 0,00 | 0,11 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | 4,74 | -14,54 | -4,16 | -0,31 | 0,00 | 0,07 |
| *Confort* | | 4,74 | -14,54 | -4,16 | -0,31 | 0,00 | 0,07 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -11,15 | -0,54 | -0,22 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **12** | 0,14 | -21,85 | -1,06 | -0,38 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | 0,03 | -4,88 | 0,01 | -0,08 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,03 | -4,88 | 0,01 | -0,08 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -11,15 | -0,54 | -0,22 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **13** | 0,30 | -1,42 | -6,74 | -0,11 | 0,00 | -0,08 |
| *Integridad* | | 0,27 | 4,24 | -3,50 | 0,06 | 0,00 | -0,05 |
| *Confort* | | 0,27 | 4,24 | -3,50 | 0,06 | 0,00 | -0,05 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -11,15 | -0,54 | -0,22 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **14** | 6,34 | -2,20 | -7,36 | -0,13 | 0,01 | 0,10 |
| *Integridad* | | 4,64 | 3,35 | -3,29 | 0,04 | 0,00 | 0,07 |
| *Confort* | | 4,64 | 3,35 | -3,29 | 0,04 | 0,00 | 0,07 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -11,15 | -0,54 | -0,22 | 0,00 | 0,00 |
| *Cálculo* | **15** | -0,04 | 12,42 | 0,55 | 0,23 | 0,00 | 0,00 |
| *Integridad* | | -0,08 | 13,00 | 0,88 | 0,27 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | -0,08 | 13,00 | 0,88 | 0,27 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,08 | -11,15 | -0,54 | -0,22 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 75**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 0,62 | -10,40 | -0,04 | -0,20 | 0,02 | 0,17 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 0,45 | -7,35 | -0,04 | -0,16 | 0,02 | 0,12 |
| *Cálculo* | **2** | 1,26 | -21,32 | -0,10 | -0,41 | 0,04 | 0,36 |
| *Integridad* | | 0,41 | -6,83 | -0,03 | -0,15 | 0,02 | 0,11 |
| *Confort* | | 0,41 | -6,83 | -0,03 | -0,15 | 0,02 | 0,11 |
| *Apariencia* | | 0,45 | -7,35 | -0,04 | -0,16 | 0,02 | 0,12 |
| *Cálculo* | **3** | 2,99 | -50,27 | -0,26 | -0,94 | 0,08 | 0,86 |
| *Integridad* | | 1,42 | -23,58 | -0,11 | -0,51 | 0,05 | 0,40 |
| *Confort* | | 1,42 | -23,58 | -0,11 | -0,51 | 0,05 | 0,40 |
| *Apariencia* | | 0,45 | -7,35 | -0,04 | -0,16 | 0,02 | 0,12 |
| *Cálculo* | **4** | 0,35 | -7,48 | -5,10 | -0,16 | -0,02 | 0,09 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | -0,02 | 1,25 | -3,27 | 0,04 | -0,02 | -0,04 |
| *Confort* | | -0,02 | 1,25 | -3,27 | 0,04 | -0,02 | -0,04 |
| *Apariencia* | | 0,45 | -7,35 | -0,04 | -0,16 | 0,02 | 0,12 |
| *Cálculo* | **5** | 7,18 | -1,80 | -5,15 | -0,08 | -0,03 | 0,10 |
| *Integridad* | | 4,94 | 5,09 | -3,13 | 0,11 | -0,03 | -0,03 |
| *Confort* | | 4,94 | 5,09 | -3,13 | 0,11 | -0,03 | -0,03 |
| *Apariencia* | | 0,45 | -7,35 | -0,04 | -0,16 | 0,02 | 0,12 |
| *Cálculo* | **6** | -0,16 | 3,97 | 0,01 | 0,08 | -0,01 | -0,07 |
| *Integridad* | | -0,45 | 8,76 | 0,05 | 0,20 | -0,02 | -0,14 |
| *Confort* | | -0,45 | 8,76 | 0,05 | 0,20 | -0,02 | -0,14 |
| *Apariencia* | | 0,45 | -7,35 | -0,04 | -0,16 | 0,02 | 0,12 |
| *Cálculo* | **7** | 2,89 | -48,65 | -3,63 | -0,91 | 0,06 | 0,81 |
| *Integridad* | | 1,41 | -22,83 | -2,07 | -0,48 | 0,04 | 0,37 |
| *Confort* | | 1,41 | -22,83 | -2,07 | -0,48 | 0,04 | 0,37 |
| *Apariencia* | | 0,45 | -7,35 | -0,04 | -0,16 | 0,02 | 0,12 |
| *Cálculo* | **8** | 7,00 | -45,18 | -3,63 | -0,86 | 0,05 | 0,82 |
| *Integridad* | | 4,38 | -20,52 | -1,99 | -0,44 | 0,04 | 0,38 |
| *Confort* | | 4,38 | -20,52 | -1,99 | -0,44 | 0,04 | 0,38 |
| *Apariencia* | | 0,45 | -7,35 | -0,04 | -0,16 | 0,02 | 0,12 |
| *Cálculo* | **9** | 2,47 | -40,60 | -0,19 | -0,76 | 0,06 | 0,69 |
| *Integridad* | | 1,15 | -18,32 | -0,08 | -0,39 | 0,04 | 0,31 |
| *Confort* | | 1,15 | -18,32 | -0,08 | -0,39 | 0,04 | 0,31 |
| *Apariencia* | | 0,45 | -7,35 | -0,04 | -0,16 | 0,02 | 0,12 |
| *Cálculo* | **10** | 1,51 | -26,41 | -5,26 | -0,53 | 0,03 | 0,41 |
| *Integridad* | | 0,69 | -10,54 | -3,32 | -0,21 | 0,00 | 0,16 |
| *Confort* | | 0,69 | -10,54 | -3,32 | -0,21 | 0,00 | 0,16 |
| *Apariencia* | | 0,45 | -7,35 | -0,04 | -0,16 | 0,02 | 0,12 |
| *Cálculo* | **11** | 8,33 | -20,65 | -5,26 | -0,44 | 0,01 | 0,42 |
| *Integridad* | | 5,65 | -6,70 | -3,19 | -0,15 | 0,00 | 0,17 |
| *Confort* | | 5,65 | -6,70 | -3,19 | -0,15 | 0,00 | 0,17 |
| *Apariencia* | | 0,45 | -7,35 | -0,04 | -0,16 | 0,02 | 0,12 |
| *Cálculo* | **12** | 0,92 | -14,31 | -0,05 | -0,28 | 0,03 | 0,24 |
| *Integridad* | | 0,26 | -3,03 | 0,00 | -0,06 | 0,01 | 0,05 |
| *Confort* | | 0,26 | -3,03 | 0,00 | -0,06 | 0,01 | 0,05 |
| *Apariencia* | | 0,45 | -7,35 | -0,04 | -0,16 | 0,02 | 0,12 |
| *Cálculo* | **13** | 0,11 | -3,37 | -5,28 | -0,08 | -0,03 | 0,02 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | -0,02 | 1,25 | -3,27 | 0,04 | -0,02 | -0,04 |
| *Confort* | | -0,02 | 1,25 | -3,27 | 0,04 | -0,02 | -0,04 |
| *Apariencia* | | 0,45 | -7,35 | -0,04 | -0,16 | 0,02 | 0,12 |
| *Cálculo* | **14** | 6,97 | 2,61 | -5,47 | 0,01 | -0,05 | 0,03 |
| *Integridad* | | 4,94 | 5,09 | -3,13 | 0,11 | -0,03 | -0,03 |
| *Confort* | | 4,94 | 5,09 | -3,13 | 0,11 | -0,03 | -0,03 |
| *Apariencia* | | 0,45 | -7,35 | -0,04 | -0,16 | 0,02 | 0,12 |
| *Cálculo* | **15** | -0,45 | 8,25 | 0,03 | 0,17 | -0,02 | -0,14 |
| *Integridad* | | -0,45 | 8,76 | 0,05 | 0,20 | -0,02 | -0,14 |
| *Confort* | | -0,45 | 8,76 | 0,05 | 0,20 | -0,02 | -0,14 |
| *Apariencia* | | 0,45 | -7,35 | -0,04 | -0,16 | 0,02 | 0,12 |

**Nudo : 76**

| **Clase** | **Combinación** | **Desp. X** | **Desp. Y** | **Desp. Z** | **Giro X** | **Giro Y** | **Giro Z** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cálculo* | **1** | 1,81 | -0,08 | 0,30 | 0,00 | -0,01 | 0,09 |
| *Integridad* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Confort* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 1,30 | -0,06 | 0,21 | 0,00 | -0,01 | 0,06 |
| *Cálculo* | **2** | 3,65 | -0,15 | 0,60 | 0,01 | -0,02 | 0,19 |
| *Integridad* | | 1,20 | -0,04 | 0,20 | 0,00 | -0,01 | 0,06 |
| *Confort* | | 1,20 | -0,04 | 0,20 | 0,00 | -0,01 | 0,06 |
| *Apariencia* | | 1,30 | -0,06 | 0,21 | 0,00 | -0,01 | 0,06 |
| *Cálculo* | **3** | 8,42 | -0,33 | 1,35 | 0,02 | -0,04 | 0,44 |
| *Integridad* | | 4,14 | -0,15 | 0,69 | 0,01 | -0,03 | 0,21 |
| *Confort* | | 4,14 | -0,15 | 0,69 | 0,01 | -0,03 | 0,21 |
| *Apariencia* | | 1,30 | -0,06 | 0,21 | 0,00 | -0,01 | 0,06 |
| *Cálculo* | **4** | 1,23 | -0,13 | -2,18 | -0,04 | -0,04 | 0,08 |
| *Integridad* | | -0,17 | -0,04 | -1,42 | -0,02 | -0,02 | 0,00 |
| *Confort* | | -0,17 | -0,04 | -1,42 | -0,02 | -0,02 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 1,30 | -0,06 | 0,21 | 0,00 | -0,01 | 0,06 |
| *Cálculo* | **5** | 7,34 | -0,13 | -2,11 | -0,04 | -0,05 | -0,08 |
| *Integridad* | | 4,29 | -0,04 | -1,40 | -0,02 | -0,02 | -0,11 |
| *Confort* | | 4,29 | -0,04 | -1,40 | -0,02 | -0,02 | -0,11 |
| *Apariencia* | | 1,30 | -0,06 | 0,21 | 0,00 | -0,01 | 0,06 |
| *Cálculo* | **6** | -0,61 | 0,02 | -0,10 | 0,00 | 0,00 | -0,03 |

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | | -1,45 | 0,05 | -0,32 | 0,00 | 0,01 | -0,07 |
| *Confort* | | -1,45 | 0,05 | -0,32 | 0,00 | 0,01 | -0,07 |
| *Apariencia* | | 1,30 | -0,06 | 0,21 | 0,00 | -0,01 | 0,06 |
| *Cálculo* | **7** | 8,20 | -0,33 | -0,57 | -0,02 | -0,06 | 0,44 |
| *Integridad* | | 4,04 | -0,18 | -0,17 | -0,01 | -0,04 | 0,21 |
| *Confort* | | 4,04 | -0,18 | -0,17 | -0,01 | -0,04 | 0,21 |
| *Apariencia* | | 1,30 | -0,06 | 0,21 | 0,00 | -0,01 | 0,06 |
| *Cálculo* | **8** | 11,91 | -0,34 | -0,49 | -0,02 | -0,06 | 0,34 |
| *Integridad* | | 6,71 | -0,18 | -0,16 | -0,01 | -0,04 | 0,14 |
| *Confort* | | 6,71 | -0,18 | -0,16 | -0,01 | -0,04 | 0,14 |
| *Apariencia* | | 1,30 | -0,06 | 0,21 | 0,00 | -0,01 | 0,06 |
| *Cálculo* | **9** | 6,93 | -0,27 | 1,11 | 0,01 | -0,04 | 0,36 |
| *Integridad* | | 3,27 | -0,12 | 0,49 | 0,00 | -0,02 | 0,17 |
| *Confort* | | 3,27 | -0,12 | 0,49 | 0,00 | -0,02 | 0,17 |
| *Apariencia* | | 1,30 | -0,06 | 0,21 | 0,00 | -0,01 | 0,06 |
| *Cálculo* | **10** | 4,52 | -0,24 | -1,84 | -0,04 | -0,06 | 0,25 |
| *Integridad* | | 1,90 | -0,12 | -1,08 | -0,02 | -0,04 | 0,10 |
| *Confort* | | 1,90 | -0,12 | -1,08 | -0,02 | -0,04 | 0,10 |
| *Apariencia* | | 1,30 | -0,06 | 0,21 | 0,00 | -0,01 | 0,06 |
| *Cálculo* | **11** | 10,65 | -0,25 | -1,76 | -0,03 | -0,06 | 0,09 |
| *Integridad* | | 6,36 | -0,11 | -1,06 | -0,02 | -0,04 | -0,01 |
| *Confort* | | 6,36 | -0,11 | -1,06 | -0,02 | -0,04 | -0,01 |
| *Apariencia* | | 1,30 | -0,06 | 0,21 | 0,00 | -0,01 | 0,06 |
| *Cálculo* | **12** | 2,58 | -0,10 | 0,41 | 0,01 | -0,01 | 0,13 |
| *Integridad* | | 0,62 | -0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,03 |
| *Confort* | | 0,62 | -0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,03 |
| *Apariencia* | | 1,30 | -0,06 | 0,21 | 0,00 | -0,01 | 0,06 |
| *Cálculo* | **13** | 0,51 | -0,10 | -2,24 | -0,04 | -0,04 | 0,05 |
| *Integridad* | | -0,17 | -0,04 | -1,42 | -0,02 | -0,02 | 0,00 |
| *Confort* | | -0,17 | -0,04 | -1,42 | -0,02 | -0,02 | 0,00 |
| *Apariencia* | | 1,30 | -0,06 | 0,21 | 0,00 | -0,01 | 0,06 |
| *Cálculo* | **14** | 6,61 | -0,10 | -2,15 | -0,04 | -0,05 | -0,11 |
| *Integridad* | | 4,29 | -0,04 | -1,40 | -0,02 | -0,02 | -0,11 |
| *Confort* | | 4,29 | -0,04 | -1,40 | -0,02 | -0,02 | -0,11 |
| *Apariencia* | | 1,30 | -0,06 | 0,21 | 0,00 | -0,01 | 0,06 |
| *Cálculo* | **15** | -1,41 | 0,05 | -0,20 | 0,00 | 0,01 | -0,06 |

## Proyecto : NAVE BOMBONES
## Estructura : NAVE 4

**DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.** **(mm , 100 x rad. )**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Integridad* | -1,45 | 0,05 | -0,32 | 0,00 | 0,01 | -0,07 |
| *Confort* | -1,45 | 0,05 | -0,32 | 0,00 | 0,01 | -0,07 |
| *Apariencia* | 1,30 | -0,06 | 0,21 | 0,00 | -0,01 | 0,06 |

---

**Cálculo** : Incluye los desplazamientos asociados a las combinaciones de cálculo aplicando los coeficientes de ponderación que figuran en el cuadro de combinaciones (coeficientes : 1.35; 1.50; 1.05 ...). Estos resultados corresponden al análisis realizado : Primer ó segundo orden.

**Integridad** : (Según CTE), correponde a los desplazamientos que afectan a los daños de los elementos constructivos. Se realiza el cálculo siempre en primer orden con los coeficientes de simultaneidad de la norma en la combinación característica (coeficientes : 1; 0.7; 0.6 ...). Considerando sólo las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento.

**Apariencia**: (Según CTE), afecta a la apariencia de la obra. Se realiza el cálculo siempre en primer orden en la combinación casi permanente. (coeficientes : 1; 0.3 ...).

**Confort**: (Según CTE), ligada a reducir el efecto de las vibraciones. Para su cálculo se tiene en cuenta las componentes instantáneas de las cargas variables en la combinación característica.

**Giro de los nudos libres**: Se corresponde con el de las barras enlazadas rígidamente en el nudo, pero no de aquellas de enlace semirrígido, cuyo giro total corresponderá al del nudo más el momento de la barra divido por el coeficiente de rigidez del enlace.

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

**REACCIONES EN LOS APOYOS.** **(kN y mkN)**

**Nudo : 1**

| Combinación | Reacc. X | Reacc. Y | Reacc. Z | Mom. X | Mom. Y | Mom. Z |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,354 | 9,115 | 0,030 | 0,074 | 0,000 | -0,646 |
| 2 | 0,879 | 16,341 | 0,043 | 0,114 | 0,000 | -1,647 |
| 3 | 2,161 | 34,113 | 0,071 | 0,213 | 0,000 | -4,095 |
| 4 | -6,699 | 33,947 | 10,165 | 10,620 | -0,049 | 7,913 |
| 5 | -6,483 | 40,277 | 10,165 | 10,628 | -0,060 | 8,347 |
| 6 | 6,864 | -2,904 | -1,652 | 0,013 | 0,000 | -7,197 |
| 7 | -2,057 | 53,094 | 6,156 | 6,581 | -0,029 | 1,050 |
| 8 | -1,921 | 56,775 | 6,155 | 6,584 | -0,034 | 1,324 |
| 9 | 6,084 | 27,323 | 0,063 | 0,182 | -0,001 | -8,070 |
| 10 | -5,792 | 47,514 | 10,183 | 10,700 | -0,048 | 6,193 |
| 11 | -5,565 | 53,783 | 10,182 | 10,708 | -0,060 | 6,638 |
| 12 | 7,794 | 10,015 | 0,035 | 0,088 | -0,001 | -8,989 |
| 13 | -6,844 | 29,789 | 10,154 | 10,585 | -0,049 | 8,174 |
| 14 | -6,635 | 35,700 | 10,153 | 10,590 | -0,060 | 8,605 |
| 15 | 6,696 | -7,675 | -3,383 | -0,020 | -0,001 | -6,876 |

**Nudo : 2**

| Combinación | Reacc. X | Reacc. Y | Reacc. Z | Mom. X | Mom. Y | Mom. Z |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,024 | 18,216 | 1,849 | 4,056 | -0,020 | -0,170 |
| 2 | -0,033 | 30,034 | 3,656 | 7,981 | -0,038 | -0,219 |
| 3 | -0,143 | 59,653 | 8,516 | 18,415 | -0,087 | -0,392 |
| 4 | 0,442 | 2,931 | 24,078 | 35,386 | -0,176 | -1,133 |
| 5 | -2,905 | 16,700 | 25,418 | 38,391 | -0,218 | 16,540 |
| 6 | -0,287 | 1,894 | -0,555 | -1,262 | 0,006 | 0,799 |
| 7 | 0,080 | 50,299 | 21,769 | 37,268 | -0,180 | -0,883 |
| 8 | -1,915 | 58,514 | 22,582 | 39,074 | -0,209 | 9,816 |
| 9 | -0,304 | 49,771 | 6,927 | 15,034 | -0,071 | -0,001 |
| 10 | 0,329 | 23,378 | 27,173 | 42,078 | -0,207 | -1,156 |
| 11 | -3,008 | 37,092 | 28,518 | 45,101 | -0,257 | 16,591 |
| 12 | -0,332 | 22,281 | 2,508 | 5,496 | -0,027 | 0,411 |
| 13 | 0,436 | -4,506 | 23,319 | 33,695 | -0,168 | -1,085 |
| 14 | -2,913 | 9,174 | 24,593 | 36,510 | -0,207 | 16,567 |
| 15 | -0,349 | -5,608 | -1,354 | -3,080 | 0,015 | 1,129 |

**Nudo : 3**

| Combinación | Reacc. X | Reacc. Y | Reacc. Z | Mom. X | Mom. Y | Mom. Z |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,091 | 24,112 | 0,815 | 1,928 | -0,010 | 0,084 |
| 2 | 0,183 | 45,081 | 1,633 | 3,835 | -0,019 | 0,141 |
| 3 | 0,367 | 91,689 | 1,380 | 2,747 | -0,014 | 0,332 |
| 4 | 0,540 | 18,665 | 24,023 | 32,988 | -0,166 | -1,012 |
| 5 | -1,477 | 20,056 | 24,082 | 33,119 | -0,191 | 5,722 |
| 6 | -0,038 | -4,675 | -0,249 | -0,596 | 0,003 | 0,022 |
| 7 | 0,649 | 90,387 | 17,144 | 26,115 | -0,132 | -0,327 |

**REACCIONES EN LOS APOYOS.** **(kN y mkN)**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | -0,528 | 91,311 | 17,157 | 26,138 | -0,146 | 3,737 |
| 9 | 0,301 | 76,462 | 1,136 | 2,304 | -0,012 | 0,284 |
| 10 | 0,684 | 54,186 | 25,407 | 36,254 | -0,183 | -0,884 |
| 11 | -1,304 | 55,843 | 25,469 | 36,403 | -0,213 | 5,869 |
| 12 | 0,122 | 32,725 | 1,111 | 2,619 | -0,013 | 0,127 |
| 13 | 0,505 | 8,904 | 23,699 | 32,207 | -0,162 | -1,057 |
| 14 | -1,509 | 11,323 | 23,755 | 32,374 | -0,186 | 5,657 |
| 15 | -0,071 | -13,744 | -0,601 | -1,454 | 0,007 | -0,013 |

**Nudo : 4**

| Combinación | Reacc. X | Reacc. Y | Reacc. Z | Mom. X | Mom. Y | Mom. Z |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,004 | 18,183 | 1,834 | 4,022 | -0,021 | 0,791 |
| 2 | 0,097 | 29,972 | 3,627 | 7,916 | -0,042 | 1,326 |
| 3 | 0,366 | 59,506 | 8,451 | 18,269 | -0,101 | 2,588 |
| 4 | -0,222 | 18,085 | 24,621 | 36,864 | -0,182 | 2,238 |
| 5 | -3,567 | 5,882 | 23,554 | 34,447 | -0,193 | 19,643 |
| 6 | 0,264 | 1,796 | -0,560 | -1,273 | 0,007 | -0,775 |
| 7 | 0,220 | 59,249 | 22,056 | 38,069 | -0,200 | 3,493 |
| 8 | -1,793 | 51,945 | 21,402 | 36,601 | -0,212 | 14,077 |
| 9 | 0,456 | 49,581 | 6,868 | 14,901 | -0,081 | 1,896 |
| 10 | -0,051 | 38,464 | 27,728 | 43,641 | -0,222 | 3,123 |
| 11 | -3,402 | 26,258 | 26,643 | 41,198 | -0,240 | 20,637 |
| 12 | 0,353 | 22,124 | 2,478 | 5,430 | -0,029 | 0,474 |
| 13 | -0,227 | 10,689 | 23,902 | 35,337 | -0,173 | 1,935 |
| 14 | -3,576 | -1,574 | 22,844 | 33,046 | -0,182 | 19,321 |
| 15 | 0,313 | -5,693 | -1,352 | -3,077 | 0,016 | -1,356 |

**Nudo : 5**

| Combinación | Reacc. X | Reacc. Y | Reacc. Z | Mom. X | Mom. Y | Mom. Z |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | -0,296 | 9,122 | 0,030 | 0,074 | -0,001 | 0,719 |
| 2 | -0,766 | 16,351 | 0,043 | 0,115 | -0,001 | 1,775 |
| 3 | -1,917 | 34,118 | 0,073 | 0,217 | -0,002 | 4,370 |
| 4 | -3,150 | 37,077 | 8,347 | 8,756 | -0,042 | 4,176 |
| 5 | -3,209 | 34,366 | 8,348 | 8,756 | -0,052 | 5,058 |
| 6 | -6,902 | -2,946 | -1,654 | 0,013 | 0,000 | 7,195 |
| 7 | -3,606 | 54,436 | 5,065 | 5,460 | -0,027 | 6,442 |
| 8 | -3,633 | 52,700 | 5,066 | 5,459 | -0,030 | 6,984 |
| 9 | -5,891 | 27,317 | 0,064 | 0,185 | -0,001 | 8,293 |
| 10 | -3,949 | 50,917 | 8,366 | 8,839 | -0,043 | 5,993 |
| 11 | -3,995 | 48,236 | 8,367 | 8,840 | -0,052 | 6,886 |
| 12 | -7,730 | 9,995 | 0,035 | 0,089 | 0,000 | 9,080 |
| 13 | -3,032 | 33,277 | 8,336 | 8,725 | -0,042 | 3,885 |
| 14 | -3,092 | 30,847 | 8,338 | 8,728 | -0,051 | 4,764 |
| 15 | -6,767 | -7,717 | -3,380 | -0,019 | 0,001 | 6,846 |

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

**REACCIONES EN LOS APOYOS.** **(kN y mkN)**

**Nudo : 11**

| Combinación | Reacc. X | Reacc. Y | Reacc. Z | Mom. X | Mom. Y | Mom. Z |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,355 | 9,112 | -0,030 | -0,074 | 0,000 | -0,647 |
| 2 | 0,880 | 16,328 | -0,043 | -0,115 | 0,000 | -1,651 |
| 3 | 2,168 | 34,054 | -0,073 | -0,217 | 0,000 | -4,115 |
| 4 | -7,105 | -32,424 | 38,721 | 10,542 | -0,051 | 8,205 |
| 5 | -6,946 | -25,762 | 38,595 | 10,550 | -0,065 | 8,598 |
| 6 | 6,863 | -2,904 | 1,652 | -0,013 | 0,000 | -7,196 |
| 7 | -2,242 | 16,578 | 6,041 | 6,206 | -0,031 | 1,114 |
| 8 | -2,127 | 20,457 | 6,043 | 6,213 | -0,036 | 1,377 |
| 9 | 6,089 | 27,285 | -0,064 | -0,185 | 0,001 | -8,083 |
| 10 | -6,148 | -18,950 | 32,772 | 10,482 | -0,054 | 6,375 |
| 11 | -5,988 | -12,402 | 32,710 | 10,492 | -0,068 | 6,805 |
| 12 | 7,794 | 10,009 | -0,035 | -0,089 | 0,001 | -8,991 |
| 13 | -7,262 | -36,911 | 40,241 | 10,572 | -0,050 | 8,488 |
| 14 | -7,076 | -30,536 | 40,391 | 10,586 | -0,063 | 8,772 |
| 15 | 6,696 | -7,673 | 3,381 | 0,019 | 0,001 | -6,876 |

**Nudo : 12**

| Combinación | Reacc. X | Reacc. Y | Reacc. Z | Mom. X | Mom. Y | Mom. Z |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,019 | 18,218 | -1,849 | -4,056 | 0,020 | -0,162 |
| 2 | -0,053 | 30,044 | -3,656 | -7,982 | 0,038 | -0,188 |
| 3 | -0,266 | 59,665 | -8,517 | -18,416 | 0,087 | -0,191 |
| 4 | -0,005 | 5,175 | 23,345 | 33,897 | -0,173 | 1,314 |
| 5 | -3,278 | 18,961 | 21,982 | 30,879 | -0,172 | 18,601 |
| 6 | -0,287 | 1,893 | 0,555 | 1,262 | -0,006 | 0,798 |
| 7 | -0,203 | 52,372 | 6,578 | 4,422 | -0,025 | 0,382 |
| 8 | -2,206 | 60,598 | 5,762 | 2,647 | -0,010 | 11,046 |
| 9 | -0,385 | 49,778 | -6,927 | -15,033 | 0,071 | 0,132 |
| 10 | -0,054 | 26,279 | 20,109 | 26,718 | -0,135 | 0,939 |
| 11 | -3,383 | 40,011 | 18,764 | 23,783 | -0,128 | 18,598 |
| 12 | -0,341 | 22,285 | -2,508 | -5,496 | 0,027 | 0,425 |
| 13 | 0,007 | -1,650 | 24,082 | 35,525 | -0,181 | 1,271 |
| 14 | -3,070 | 11,799 | 22,657 | 32,112 | -0,179 | 17,483 |
| 15 | -0,346 | -5,610 | 1,354 | 3,080 | -0,015 | 1,124 |

**Nudo : 13**

| Combinación | Reacc. X | Reacc. Y | Reacc. Z | Mom. X | Mom. Y | Mom. Z |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,089 | 24,112 | -0,815 | -1,928 | 0,010 | 0,089 |
| 2 | 0,174 | 45,080 | -1,633 | -3,835 | 0,019 | 0,161 |
| 3 | 0,380 | 91,689 | -1,380 | -2,747 | 0,014 | 0,287 |
| 4 | 0,464 | 7,359 | 23,322 | 31,328 | -0,158 | -0,937 |
| 5 | -1,541 | 8,699 | 23,239 | 31,108 | -0,179 | 5,702 |
| 6 | -0,038 | -4,675 | 0,249 | 0,596 | -0,003 | 0,021 |
| 7 | 0,618 | 80,713 | 14,584 | 20,973 | -0,106 | -0,393 |

**REACCIONES EN LOS APOYOS.** **(kN y mkN)**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | -0,559 | 81,632 | 14,570 | 20,949 | -0,113 | 3,649 |
| 9 | 0,309 | 76,462 | -1,136 | -2,304 | 0,012 | 0,255 |
| 10 | 0,623 | 43,506 | 21,830 | 27,845 | -0,141 | -0,876 |
| 11 | -1,368 | 45,139 | 21,771 | 27,713 | -0,157 | 5,845 |
| 12 | 0,118 | 32,725 | -1,111 | -2,619 | 0,013 | 0,136 |
| 13 | 0,456 | -1,783 | 23,652 | 32,106 | -0,161 | -1,077 |
| 14 | -1,497 | 0,646 | 23,663 | 32,199 | -0,183 | 5,350 |
| 15 | -0,070 | -13,744 | 0,601 | 1,454 | -0,007 | -0,015 |

**Nudo : 14**

| Combinación | Reacc. X | Reacc. Y | Reacc. Z | Mom. X | Mom. Y | Mom. Z |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | -0,001 | 18,181 | -1,834 | -4,022 | 0,021 | 0,799 |
| 2 | 0,077 | 29,964 | -3,627 | -7,916 | 0,042 | 1,356 |
| 3 | 0,246 | 59,496 | -8,452 | -18,272 | 0,101 | 2,785 |
| 4 | 0,134 | 20,361 | 21,953 | 30,968 | -0,151 | 0,383 |
| 5 | -3,132 | 8,148 | 23,044 | 33,426 | -0,183 | 17,390 |
| 6 | 0,264 | 1,796 | 0,560 | 1,273 | -0,007 | -0,776 |
| 7 | 0,357 | 61,282 | 5,836 | 2,950 | -0,006 | 2,348 |
| 8 | -1,616 | 53,988 | 6,476 | 4,347 | -0,009 | 12,792 |
| 9 | 0,377 | 49,575 | -6,869 | -14,905 | 0,081 | 2,025 |
| 10 | 0,339 | 41,299 | 18,816 | 24,167 | -0,116 | 0,950 |
| 11 | -2,965 | 29,090 | 19,900 | 26,559 | -0,140 | 18,286 |
| 12 | 0,344 | 22,121 | -2,479 | -5,431 | 0,029 | 0,488 |
| 13 | 0,271 | 13,470 | 22,759 | 32,898 | -0,160 | -0,644 |
| 14 | -2,875 | 1,084 | 23,958 | 35,673 | -0,193 | 15,684 |
| 15 | 0,316 | -5,691 | 1,352 | 3,076 | -0,016 | -1,360 |

**Nudo : 15**

| Combinación | Reacc. X | Reacc. Y | Reacc. Z | Mom. X | Mom. Y | Mom. Z |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | -0,295 | 9,125 | -0,030 | -0,074 | 0,001 | 0,718 |
| 2 | -0,765 | 16,362 | -0,043 | -0,115 | 0,001 | 1,772 |
| 3 | -1,910 | 34,174 | -0,071 | -0,214 | 0,002 | 4,350 |
| 4 | -3,402 | -25,940 | 35,702 | 8,692 | -0,039 | 3,931 |
| 5 | -3,523 | -28,869 | 35,338 | 8,679 | -0,050 | 4,784 |
| 6 | -6,902 | -2,946 | 1,654 | -0,013 | 0,000 | 7,196 |
| 7 | -3,754 | 19,587 | 4,950 | 5,086 | -0,024 | 6,318 |
| 8 | -3,804 | 17,589 | 4,946 | 5,075 | -0,027 | 6,851 |
| 9 | -5,886 | 27,354 | -0,063 | -0,182 | 0,001 | 8,280 |
| 10 | -4,231 | -12,240 | 29,548 | 8,629 | -0,036 | 5,785 |
| 11 | -4,345 | -15,071 | 29,134 | 8,617 | -0,048 | 6,664 |
| 12 | -7,729 | 10,001 | -0,035 | -0,088 | 0,000 | 9,078 |
| 13 | -3,248 | -30,132 | 36,957 | 8,719 | -0,039 | 3,537 |
| 14 | -3,349 | -32,810 | 36,366 | 8,703 | -0,050 | 4,320 |
| 15 | -6,767 | -7,719 | 3,382 | 0,019 | -0,001 | 6,846 |

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

**REACCIONES EN LOS APOYOS.** **(kN y mkN)**

**Nudo : 21**

| Combinación | Reacc. X | Reacc. Y | Reacc. Z | Mom. X | Mom. Y | Mom. Z |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 23,499 | 41,835 | 2,770 | 0,608 | -0,003 | -55,140 |
| 2 | 48,125 | 71,906 | 5,688 | 1,315 | -0,013 | -112,963 |
| 3 | 112,229 | 147,438 | 12,894 | 3,076 | -0,064 | -263,597 |
| 4 | -15,266 | -25,604 | 29,974 | 4,776 | -0,022 | 15,096 |
| 5 | -18,152 | 7,378 | 29,879 | 4,928 | -0,016 | 51,820 |
| 6 | 9,024 | -3,104 | -0,120 | -0,345 | 0,001 | 1,410 |
| 7 | 87,810 | 102,285 | 32,637 | 6,265 | -0,126 | -218,776 |
| 8 | 86,057 | 122,181 | 32,482 | 6,331 | -0,123 | -196,220 |
| 9 | 101,991 | 119,389 | 10,748 | 2,510 | -0,047 | -226,242 |
| 10 | 27,578 | 25,393 | 35,920 | 6,175 | -0,071 | -85,676 |
| 11 | 24,569 | 58,362 | 35,770 | 6,312 | -0,064 | -48,268 |
| 12 | 50,741 | 47,989 | 4,018 | 0,856 | -0,010 | -96,762 |
| 13 | -24,887 | -42,233 | 28,475 | 4,454 | -0,013 | 37,720 |
| 14 | -28,238 | -9,138 | 28,026 | 4,535 | -0,007 | 75,592 |
| 15 | -0,867 | -19,330 | -0,167 | -0,534 | 0,000 | 24,888 |

**Nudo : 22**

| Combinación | Reacc. X | Reacc. Y | Reacc. Z | Mom. X | Mom. Y | Mom. Z |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | -23,675 | 41,964 | 2,766 | 0,614 | -0,003 | 57,254 |
| 2 | -48,482 | 72,163 | 5,679 | 1,330 | 0,000 | 116,956 |
| 3 | -113,056 | 148,056 | 12,860 | 3,130 | 0,035 | 272,423 |
| 4 | -23,793 | 12,974 | 27,777 | 4,709 | 0,005 | 45,316 |
| 5 | -31,065 | -9,089 | 28,307 | 4,724 | 0,014 | 91,681 |
| 6 | -8,990 | -3,351 | -0,121 | -0,347 | 0,003 | -1,654 |
| 7 | -111,992 | 126,511 | 30,831 | 6,175 | 0,085 | 262,495 |
| 8 | -116,379 | 113,353 | 31,055 | 6,166 | 0,091 | 290,808 |
| 9 | -102,673 | 119,736 | 10,730 | 2,549 | 0,023 | 233,495 |
| 10 | -66,953 | 63,938 | 33,936 | 6,167 | 0,046 | 149,308 |
| 11 | -74,151 | 41,763 | 34,492 | 6,189 | 0,058 | 195,798 |
| 12 | -51,013 | 47,930 | 4,019 | 0,866 | 0,001 | 99,677 |
| 13 | -14,099 | -4,078 | 26,585 | 4,446 | -0,001 | 21,855 |
| 14 | -20,901 | -26,731 | 27,352 | 4,508 | 0,007 | 66,908 |
| 15 | 0,977 | -19,632 | -0,170 | -0,537 | 0,005 | -25,987 |

**Nudo : 28**

| Combinación | Reacc. X | Reacc. Y | Reacc. Z | Mom. X | Mom. Y | Mom. Z |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 34,408 | 52,750 | 0,165 | 0,547 | -0,004 | -82,618 |
| 2 | 70,673 | 96,008 | 0,321 | 1,084 | -0,014 | -169,475 |
| 3 | 159,248 | 202,016 | 0,700 | 2,427 | -0,063 | -379,973 |
| 4 | -8,286 | 7,706 | 1,925 | 6,393 | -0,040 | -6,752 |
| 5 | -11,764 | 43,014 | 1,955 | 6,541 | -0,032 | 36,289 |
| 6 | 3,854 | -10,363 | -0,050 | -0,175 | 0,000 | 14,258 |
| 7 | 133,578 | 174,860 | 1,946 | 6,724 | -0,160 | -334,808 |

**REACCIONES EN LOS APOYOS.** **(kN y mkN)**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 131,473 | 196,048 | 1,957 | 6,796 | -0,156 | -308,404 |
| 9 | 140,420 | 163,871 | 0,580 | 1,994 | -0,044 | -321,673 |
| 10 | 54,382 | 82,418 | 2,232 | 7,542 | -0,106 | -156,986 |
| 11 | 50,874 | 117,711 | 2,254 | 7,680 | -0,098 | -113,444 |
| 12 | 65,911 | 63,975 | 0,219 | 0,734 | -0,008 | -134,875 |
| 13 | -22,316 | -13,796 | 1,842 | 6,088 | -0,028 | 26,980 |
| 14 | -25,959 | 21,365 | 1,856 | 6,178 | -0,019 | 70,317 |
| 15 | -10,201 | -31,930 | -0,104 | -0,350 | 0,000 | 48,128 |

**Nudo : 29**

| Combinación | Reacc. X | Reacc. Y | Reacc. Z | Mom. X | Mom. Y | Mom. Z |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | -34,409 | 52,812 | 0,166 | 0,550 | -0,001 | 84,518 |
| 2 | -70,675 | 96,118 | 0,325 | 1,091 | 0,003 | 173,088 |
| 3 | -159,251 | 202,215 | 0,714 | 2,450 | 0,040 | 387,845 |
| 4 | -26,558 | 44,645 | 1,823 | 6,100 | -0,003 | 49,882 |
| 5 | -35,922 | 22,028 | 1,831 | 6,100 | 0,010 | 106,291 |
| 6 | -3,896 | -10,614 | -0,051 | -0,176 | 0,002 | -14,467 |
| 7 | -154,478 | 197,220 | 1,865 | 6,453 | 0,104 | 367,322 |
| 8 | -160,086 | 183,615 | 1,863 | 6,426 | 0,112 | 401,589 |
| 9 | -140,449 | 163,902 | 0,590 | 2,010 | 0,025 | 328,231 |
| 10 | -89,223 | 119,464 | 2,141 | 7,290 | 0,055 | 203,015 |
| 11 | -98,563 | 96,799 | 2,153 | 7,294 | 0,070 | 259,717 |
| 12 | -65,955 | 63,816 | 0,222 | 0,738 | 0,001 | 137,592 |
| 13 | -12,530 | 23,112 | 1,754 | 5,847 | -0,012 | 15,396 |
| 14 | -21,731 | 0,352 | 1,773 | 5,883 | 0,000 | 71,307 |
| 15 | 10,159 | -32,206 | -0,106 | -0,352 | 0,004 | -49,109 |

**Nudo : 35**

| Combinación | Reacc. X | Reacc. Y | Reacc. Z | Mom. X | Mom. Y | Mom. Z |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 34,977 | 53,170 | 0,091 | 0,312 | -0,003 | -84,076 |
| 2 | 71,871 | 96,872 | 0,181 | 0,627 | -0,009 | -172,523 |
| 3 | 162,200 | 203,569 | 0,401 | 1,419 | -0,041 | -387,621 |
| 4 | -6,705 | 9,662 | 1,748 | 5,959 | -0,041 | -10,646 |
| 5 | -10,364 | 44,279 | 1,776 | 6,102 | -0,032 | 32,295 |
| 6 | 3,300 | -10,784 | -0,033 | -0,110 | 0,000 | 15,642 |
| 7 | 137,217 | 177,545 | 1,598 | 5,652 | -0,145 | -344,041 |
| 8 | 135,034 | 198,324 | 1,613 | 5,732 | -0,141 | -317,797 |
| 9 | 142,917 | 165,226 | 0,332 | 1,163 | -0,029 | -328,147 |
| 10 | 56,906 | 85,015 | 1,949 | 6,759 | -0,104 | -163,251 |
| 11 | 53,264 | 119,644 | 1,973 | 6,899 | -0,095 | -119,945 |
| 12 | 66,723 | 64,569 | 0,122 | 0,422 | -0,005 | -136,949 |
| 13 | -20,949 | -11,995 | 1,694 | 5,748 | -0,029 | 23,630 |
| 14 | -24,595 | 22,636 | 1,711 | 5,849 | -0,018 | 66,438 |
| 15 | -10,888 | -32,433 | -0,062 | -0,208 | 0,000 | 49,871 |

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

**REACCIONES EN LOS APOYOS.** **(kN y mkN)**

**Nudo : 36**

| Combinación | Reacc. X | Reacc. Y | Reacc. Z | Mom. X | Mom. Y | Mom. Z |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | -34,977 | 53,254 | 0,090 | 0,310 | 0,000 | 85,967 |
| 2 | -71,872 | 97,039 | 0,179 | 0,623 | 0,003 | 176,118 |
| 3 | -162,204 | 203,963 | 0,396 | 1,402 | 0,028 | 395,396 |
| 4 | -27,861 | 46,042 | 1,672 | 5,737 | 0,000 | 53,250 |
| 5 | -37,400 | 24,111 | 1,672 | 5,708 | 0,013 | 109,575 |
| 6 | -3,343 | -11,037 | -0,033 | -0,109 | 0,001 | -15,864 |
| 7 | -157,958 | 199,729 | 1,515 | 5,382 | 0,097 | 376,195 |
| 8 | -163,695 | 186,563 | 1,504 | 5,326 | 0,104 | 410,449 |
| 9 | -142,945 | 165,399 | 0,328 | 1,152 | 0,018 | 334,641 |
| 10 | -91,472 | 121,551 | 1,878 | 6,557 | 0,057 | 208,757 |
| 11 | -101,029 | 99,621 | 1,878 | 6,527 | 0,072 | 265,456 |
| 12 | -66,767 | 64,449 | 0,121 | 0,419 | 0,001 | 139,656 |
| 13 | -13,618 | 24,345 | 1,629 | 5,562 | -0,010 | 18,218 |
| 14 | -23,172 | 2,427 | 1,634 | 5,555 | 0,003 | 74,493 |
| 15 | 10,845 | -32,720 | -0,061 | -0,207 | 0,002 | -50,859 |

**Nudo : 42**

| Combinación | Reacc. X | Reacc. Y | Reacc. Z | Mom. X | Mom. Y | Mom. Z |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 34,353 | 52,633 | 0,031 | 0,105 | -0,001 | -82,538 |
| 2 | 70,553 | 95,743 | 0,061 | 0,211 | -0,003 | -169,285 |
| 3 | 159,483 | 201,425 | 0,136 | 0,478 | -0,013 | -380,952 |
| 4 | -6,852 | 9,505 | 1,711 | 5,815 | -0,040 | -10,259 |
| 5 | -10,538 | 44,124 | 1,741 | 5,962 | -0,032 | 32,769 |
| 6 | 3,570 | -10,553 | -0,011 | -0,036 | 0,000 | 14,972 |
| 7 | 134,730 | 175,541 | 1,365 | 4,816 | -0,121 | -337,923 |
| 8 | 132,530 | 196,327 | 1,385 | 4,906 | -0,118 | -311,628 |
| 9 | 140,750 | 163,507 | 0,112 | 0,392 | -0,010 | -322,809 |
| 10 | 55,575 | 83,848 | 1,820 | 6,291 | -0,096 | -159,962 |
| 11 | 51,901 | 118,479 | 1,848 | 6,438 | -0,088 | -116,560 |
| 12 | 65,850 | 63,817 | 0,041 | 0,142 | -0,002 | -134,800 |
| 13 | -20,846 | -11,935 | 1,681 | 5,686 | -0,029 | 23,398 |
| 14 | -24,521 | 22,697 | 1,705 | 5,807 | -0,019 | 66,301 |
| 15 | -10,378 | -31,992 | -0,021 | -0,069 | 0,000 | 48,605 |

**Nudo : 43**

| Combinación | Reacc. X | Reacc. Y | Reacc. Z | Mom. X | Mom. Y | Mom. Z |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | -34,353 | 52,710 | 0,031 | 0,104 | 0,000 | 84,414 |
| 2 | -70,553 | 95,889 | 0,060 | 0,208 | 0,001 | 172,851 |
| 3 | -159,482 | 201,731 | 0,132 | 0,465 | 0,009 | 388,704 |
| 4 | -27,724 | 45,901 | 1,647 | 5,634 | 0,000 | 52,896 |
| 5 | -37,196 | 23,883 | 1,638 | 5,574 | 0,013 | 109,073 |
| 6 | -3,614 | -10,804 | -0,010 | -0,036 | 0,000 | -15,188 |
| 7 | -155,474 | 197,664 | 1,288 | 4,561 | 0,080 | 370,074 |

**REACCIONES EN LOS APOYOS.** **(kN y mkN)**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | -161,169 | 184,445 | 1,268 | 4,479 | 0,085 | 404,235 |
| 9 | -140,775 | 163,621 | 0,109 | 0,383 | 0,006 | 329,278 |
| 10 | -90,152 | 120,380 | 1,758 | 6,119 | 0,053 | 205,478 |
| 11 | -99,636 | 98,358 | 1,749 | 6,056 | 0,066 | 262,014 |
| 12 | -65,894 | 63,686 | 0,041 | 0,140 | 0,000 | 137,485 |
| 13 | -13,732 | 24,422 | 1,622 | 5,523 | -0,010 | 18,489 |
| 14 | -23,216 | 2,415 | 1,615 | 5,472 | 0,003 | 74,610 |
| 15 | 10,335 | -32,275 | -0,020 | -0,069 | 0,001 | -49,581 |

**Nudo : 49**

| Combinación | Reacc. X | Reacc. Y | Reacc. Z | Mom. X | Mom. Y | Mom. Z |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 34,353 | 52,632 | -0,031 | -0,105 | 0,001 | -82,538 |
| 2 | 70,553 | 95,740 | -0,060 | -0,208 | 0,003 | -169,286 |
| 3 | 159,481 | 201,406 | -0,132 | -0,466 | 0,013 | -380,958 |
| 4 | -6,985 | 9,395 | 1,667 | 5,664 | -0,040 | -9,939 |
| 5 | -10,672 | 44,013 | 1,697 | 5,810 | -0,031 | 33,090 |
| 6 | 3,570 | -10,553 | 0,011 | 0,036 | 0,000 | 14,972 |
| 7 | 134,627 | 175,450 | 1,126 | 3,978 | -0,099 | -337,685 |
| 8 | 132,427 | 196,234 | 1,149 | 4,074 | -0,097 | -311,390 |
| 9 | 140,748 | 163,495 | -0,110 | -0,383 | 0,009 | -322,813 |
| 10 | 55,439 | 83,734 | 1,682 | 5,816 | -0,089 | -159,637 |
| 11 | 51,764 | 118,362 | 1,712 | 5,966 | -0,082 | -116,235 |
| 12 | 65,850 | 63,816 | -0,041 | -0,141 | 0,002 | -134,800 |
| 13 | -20,986 | -12,052 | 1,661 | 5,617 | -0,029 | 23,735 |
| 14 | -24,656 | 22,585 | 1,690 | 5,757 | -0,018 | 66,626 |
| 15 | -10,378 | -31,992 | 0,020 | 0,069 | 0,000 | 48,605 |

**Nudo : 50**

| Combinación | Reacc. X | Reacc. Y | Reacc. Z | Mom. X | Mom. Y | Mom. Z |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | -34,353 | 52,711 | -0,031 | -0,105 | 0,000 | 84,413 |
| 2 | -70,554 | 95,892 | -0,061 | -0,210 | -0,001 | 172,850 |
| 3 | -159,485 | 201,749 | -0,135 | -0,477 | -0,009 | 388,698 |
| 4 | -27,592 | 45,788 | 1,616 | 5,525 | 0,000 | 52,573 |
| 5 | -37,063 | 23,769 | 1,597 | 5,435 | 0,013 | 108,748 |
| 6 | -3,614 | -10,804 | 0,010 | 0,036 | 0,000 | -15,188 |
| 7 | -155,376 | 197,602 | 1,055 | 3,738 | 0,064 | 369,824 |
| 8 | -161,071 | 184,382 | 1,027 | 3,629 | 0,068 | 403,984 |
| 9 | -140,777 | 163,633 | -0,111 | -0,391 | -0,006 | 329,274 |
| 10 | -90,017 | 120,269 | 1,631 | 5,676 | 0,049 | 205,147 |
| 11 | -99,500 | 98,246 | 1,611 | 5,581 | 0,061 | 261,681 |
| 12 | -65,894 | 63,688 | -0,041 | -0,142 | 0,000 | 137,485 |
| 13 | -13,592 | 24,302 | 1,610 | 5,480 | -0,010 | 18,149 |
| 14 | -23,081 | 2,300 | 1,589 | 5,385 | 0,003 | 74,282 |
| 15 | 10,335 | -32,275 | 0,020 | 0,069 | -0,001 | -49,581 |

**REACCIONES EN LOS APOYOS.** **(kN y mkN)**

**Nudo : 56**

| Combinación | Reacc. X | Reacc. Y | Reacc. Z | Mom. X | Mom. Y | Mom. Z |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 34,977 | 53,173 | -0,091 | -0,312 | 0,003 | -84,074 |
| 2 | 71,872 | 96,882 | -0,180 | -0,625 | 0,009 | -172,516 |
| 3 | 162,204 | 203,625 | -0,397 | -1,405 | 0,041 | -387,579 |
| 4 | -6,585 | 9,699 | 1,613 | 5,504 | -0,039 | -10,915 |
| 5 | -10,245 | 44,318 | 1,645 | 5,654 | -0,031 | 32,029 |
| 6 | 3,299 | -10,785 | 0,033 | 0,110 | 0,000 | 15,641 |
| 7 | 137,159 | 177,473 | 0,885 | 3,143 | -0,079 | -343,850 |
| 8 | 134,976 | 198,256 | 0,912 | 3,247 | -0,077 | -317,604 |
| 9 | 142,919 | 165,262 | -0,329 | -1,154 | 0,029 | -328,120 |
| 10 | 57,031 | 85,072 | 1,536 | 5,335 | -0,084 | -163,518 |
| 11 | 53,388 | 119,705 | 1,569 | 5,491 | -0,077 | -120,206 |
| 12 | 66,724 | 64,574 | -0,122 | -0,420 | 0,005 | -136,946 |
| 13 | -20,841 | -11,970 | 1,631 | 5,538 | -0,028 | 23,389 |
| 14 | -24,482 | 22,667 | 1,667 | 5,700 | -0,018 | 66,183 |
| 15 | -10,889 | -32,435 | 0,062 | 0,208 | 0,000 | 49,870 |

**Nudo : 57**

| Combinación | Reacc. X | Reacc. Y | Reacc. Z | Mom. X | Mom. Y | Mom. Z |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | -34,977 | 53,252 | -0,090 | -0,311 | 0,000 | 85,969 |
| 2 | -71,871 | 97,028 | -0,180 | -0,625 | -0,003 | 176,126 |
| 3 | -162,201 | 203,908 | -0,400 | -1,416 | -0,027 | 395,438 |
| 4 | -27,981 | 46,098 | 1,578 | 5,413 | 0,001 | 53,524 |
| 5 | -37,520 | 24,166 | 1,550 | 5,292 | 0,014 | 109,850 |
| 6 | -3,343 | -11,036 | 0,033 | 0,109 | -0,001 | -15,864 |
| 7 | -157,894 | 199,575 | 0,820 | 2,919 | 0,051 | 376,074 |
| 8 | -163,631 | 186,409 | 0,783 | 2,782 | 0,053 | 410,328 |
| 9 | -142,943 | 165,363 | -0,330 | -1,161 | -0,018 | 334,668 |
| 10 | -91,596 | 121,605 | 1,498 | 5,233 | 0,047 | 209,047 |
| 11 | -101,151 | 99,673 | 1,468 | 5,105 | 0,058 | 265,745 |
| 12 | -66,767 | 64,445 | -0,122 | -0,420 | -0,001 | 139,659 |
| 13 | -13,726 | 24,392 | 1,590 | 5,432 | -0,009 | 18,463 |
| 14 | -23,287 | 2,480 | 1,557 | 5,293 | 0,004 | 74,756 |
| 15 | 10,845 | -32,718 | 0,061 | 0,207 | -0,002 | -50,861 |

**Nudo : 63**

| Combinación | Reacc. X | Reacc. Y | Reacc. Z | Mom. X | Mom. Y | Mom. Z |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 34,408 | 52,747 | -0,165 | -0,548 | 0,004 | -82,621 |
| 2 | 70,673 | 95,994 | -0,323 | -1,087 | 0,014 | -169,483 |
| 3 | 159,247 | 201,941 | -0,709 | -2,440 | 0,063 | -380,017 |
| 4 | -5,952 | 10,644 | 1,694 | 5,621 | -0,041 | -12,542 |
| 5 | -9,427 | 45,954 | 1,724 | 5,767 | -0,033 | 30,503 |
| 6 | 3,854 | -10,363 | 0,050 | 0,175 | 0,000 | 14,258 |
| 7 | 135,034 | 176,753 | 0,686 | 2,394 | -0,062 | -338,343 |

**REACCIONES EN LOS APOYOS.** **(kN y mkN)**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 132,935 | 197,938 | 0,714 | 2,504 | -0,060 | -311,952 |
| 9 | 140,419 | 163,822 | -0,586 | -2,002 | 0,044 | -321,701 |
| 10 | 56,684 | 85,319 | 1,511 | 5,104 | -0,081 | -162,653 |
| 11 | 53,178 | 120,602 | 1,544 | 5,260 | -0,075 | -119,114 |
| 12 | 65,911 | 63,969 | -0,220 | -0,735 | 0,008 | -134,879 |
| 13 | -19,876 | -10,753 | 1,742 | 5,749 | -0,031 | 20,933 |
| 14 | -23,606 | 24,353 | 1,782 | 5,928 | -0,020 | 64,530 |
| 15 | -10,201 | -31,928 | 0,105 | 0,350 | 0,000 | 48,129 |

**Nudo : 64**

| Combinación | Reacc. X | Reacc. Y | Reacc. Z | Mom. X | Mom. Y | Mom. Z |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | -34,410 | 52,815 | -0,166 | -0,549 | 0,001 | 84,516 |
| 2 | -70,676 | 96,131 | -0,323 | -1,089 | -0,003 | 173,080 |
| 3 | -159,253 | 202,288 | -0,705 | -2,438 | -0,040 | 387,804 |
| 4 | -28,877 | 47,446 | 1,652 | 5,535 | 0,000 | 55,718 |
| 5 | -38,251 | 24,838 | 1,615 | 5,382 | 0,014 | 112,164 |
| 6 | -3,896 | -10,614 | 0,051 | 0,176 | -0,002 | -14,467 |
| 7 | -155,935 | 199,150 | 0,620 | 2,172 | 0,038 | 370,849 |
| 8 | -161,550 | 185,548 | 0,572 | 2,002 | 0,040 | 405,137 |
| 9 | -140,450 | 163,950 | -0,584 | -2,002 | -0,025 | 328,204 |
| 10 | -91,518 | 122,248 | 1,463 | 4,993 | 0,044 | 208,751 |
| 11 | -100,861 | 99,590 | 1,421 | 4,828 | 0,055 | 265,462 |
| 12 | -65,955 | 63,823 | -0,221 | -0,737 | -0,001 | 137,588 |
| 13 | -14,964 | 26,007 | 1,689 | 5,629 | -0,010 | 21,542 |
| 14 | -24,103 | 3,171 | 1,642 | 5,444 | 0,003 | 77,338 |
| 15 | 10,159 | -32,208 | 0,105 | 0,351 | -0,004 | -49,108 |

**Nudo : 70**

| Combinación | Reacc. X | Reacc. Y | Reacc. Z | Mom. X | Mom. Y | Mom. Z |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 23,505 | 41,843 | -2,767 | -0,609 | 0,003 | -55,161 |
| 2 | 48,148 | 71,938 | -5,678 | -1,320 | 0,013 | -113,049 |
| 3 | 112,335 | 147,588 | -12,846 | -3,106 | 0,064 | -264,011 |
| 4 | -12,759 | 38,362 | 0,929 | 4,073 | -0,030 | 8,111 |
| 5 | -15,635 | 70,968 | 0,953 | 4,206 | -0,022 | 44,980 |
| 6 | 9,023 | -3,105 | 0,121 | 0,345 | -0,001 | 1,412 |
| 7 | 91,071 | 137,344 | 0,077 | 0,833 | -0,037 | -227,566 |
| 8 | 89,303 | 157,002 | 0,104 | 0,940 | -0,036 | -204,928 |
| 9 | 102,061 | 119,488 | -10,717 | -2,530 | 0,047 | -226,514 |
| 10 | 30,076 | 89,473 | 0,676 | 3,266 | -0,056 | -92,747 |
| 11 | 27,104 | 122,111 | 0,704 | 3,410 | -0,050 | -55,327 |
| 12 | 50,752 | 48,004 | -4,014 | -0,859 | 0,010 | -96,801 |
| 13 | -22,285 | 22,161 | 0,971 | 4,229 | -0,022 | 30,724 |
| 14 | -25,996 | 54,552 | 1,010 | 4,413 | -0,010 | 69,852 |
| 15 | -0,870 | -19,335 | 0,168 | 0,534 | 0,000 | 24,900 |

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

**REACCIONES EN LOS APOYOS.** **(kN y mkN)**

**Nudo : 71**

| Combinación | Reacc. X | Reacc. Y | Reacc. Z | Mom. X | Mom. Y | Mom. Z |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | -23,670 | 41,957 | -2,769 | -0,613 | 0,003 | 57,232 |
| 2 | -48,458 | 72,132 | -5,689 | -1,325 | 0,000 | 116,870 |
| 3 | -112,947 | 147,909 | -12,906 | -3,102 | -0,035 | 272,002 |
| 4 | -25,494 | 73,699 | 1,009 | 4,246 | 0,006 | 51,671 |
| 5 | -32,804 | 51,920 | 0,970 | 4,078 | 0,018 | 98,337 |
| 6 | -8,991 | -3,350 | 0,121 | 0,347 | -0,003 | -1,651 |
| 7 | -114,736 | 159,899 | 0,085 | 0,758 | 0,028 | 270,632 |
| 8 | -119,090 | 147,025 | 0,033 | 0,573 | 0,029 | 298,911 |
| 9 | -102,601 | 119,638 | -10,760 | -2,530 | -0,023 | 233,218 |
| 10 | -68,760 | 124,842 | 0,746 | 3,399 | 0,039 | 156,179 |
| 11 | -75,904 | 102,854 | 0,702 | 3,217 | 0,048 | 202,641 |
| 12 | -51,002 | 47,915 | -4,024 | -0,863 | -0,001 | 99,637 |
| 13 | -16,090 | 57,223 | 1,038 | 4,355 | -0,001 | 28,915 |
| 14 | -22,945 | 34,827 | 0,988 | 4,146 | 0,011 | 74,546 |
| 15 | 0,974 | -19,627 | 0,169 | 0,537 | -0,005 | -25,975 |

# NOTACIONES DE BARRAS DE ACERO-I

Límite elástico

$f_y$ varía con la calidad y espesor del acero.

Coeficiente parcial para la resistencia del acero:

$\gamma_M$ Coeficiente parcial de seguridad para la resistencia del acero según artículo 6.1(1) del Código Estructural (C.E.).

Esfuerzos de cálculo:

$N_{Ed}$ esfuerzo axil de cálculo.

$M_{z,Ed}$ momento flector de cálculo respecto al eje *z-z* (en secciones en I el eje *z-z* es el paralelo a las alas, denominado también eje fuerte en este programa).

$M_{y,Ed}$ momento flector de cálculo respecto al eje y-y (en secciones en I el eje y-y es el paralelo al alma, denominado también eje débil en este programa).

Términos de sección:

$A^*$ ; $W_y$ ; $W_z$ dependen de la clasificación de la sección:

Secciones de clase 1 y 2: $A^*=A$ ; $W_y=W_{pl,y}$ ; $W_z=W_{pl,z}$

Secciones de clase 3 : $A^*=A$ ; $W_y=W_{el,y}$ ; $W_z=W_{el,z}$

Secciones de clase 4 : $A^*=A_{eff}$ ; $W_y=W_{eff,y}$ ; $W_z=W_{eff,z}$;

$A$ área total de la sección.

$A_{eff}$ área eficaz de la sección en secciones de clase 4.

$I_z$ momento de inercia de la sección respecto al eje principal fuerte de la sección: *z-z*

$I_y$ momento de inercia de la sección respecto al eje principal débil: *y-y*.

$W_{el,z}$ módulo resistente elástico de la sección respecto al eje *z-z* en secciones de clase 3.

$W_{el,y}$ módulo resistente elástico de la sección respecto al eje *y-y* en secciones de clase 3.

$W_{pl,z}$ módulo plástico, en secciones de clases 1 y 2, respecto al eje *z-z*.

$W_{pl,y}$ módulo plástico, en secciones de clases 1y 2, respecto al eje *y-y*.

Esfuerzos de agotamiento de la sección:

$N_{pl}$ esfuerzo axil plástico. $N_{pl} = A \cdot f_y$

$M_{el,y}$ momento elástico respecto al eje *y-y*. $M_{el,y} = W_{el,y} \cdot f_y$

$M_{el,z}$ momento elástico respecto al eje *z-z*. $M_{el,z} = W_{el,z} \cdot f_y$

$M_{pl,y}$ momento plástico respecto al eje *y-y*. $M_{pl,y} = W_{pl,y} \cdot f_y$

$M_{pl,z}$ momento plástico respecto al eje *z-z*. $M_{pl,z} = W_{pl,z} \cdot f_y$ En perfiles en doble te doblemente simétricos $W_{pl,z} = t_f \times b_f^2/2$ ($b_f$ ancho del ala y $t_f$ espesor del ala).

Desplazamientos de los ejes principales de la sección de clase 4

$e_{N,y}$ y $e_{N,z}$ en secciones de clase 4, representan los desplazamientos del centro de gravedad de la sección reducida según los ejes principales *y-y* y *z-z* con respecto al centro de gravedad de la sección bruta, cuando dicha sección transversal se ve sometida solamente a compresión uniforme. En secciones de clase 1,2 y 3 los valores de $e_{N,y}$ y $e_{N,z}$ son nulos.

Coeficientes de interacción

$k_{y\,y}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ coeficientes de interacción correspondientes a elementos sometidos a compresión y flexión, artículo 6.3.3 del C.E., obtenidos según el apéndice B, Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{i,j}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4).

# NOTACIONES DE BARRAS DE ACERO-II

Pandeo lateral

$M_{cr} = C_1 \cdot [\pi/(k_\phi \cdot l_v)] \cdot (GI_t \cdot EI_y)^{0,5} \cdot (1 + \pi^2/\kappa^2)^{0,5}$ siendo:

$C_1$ coeficiente que depende del diagrama de momentos flectores respecto al eje z-z y condiciones de sustentación de las secciones arriostradas;

$k_\varphi$ coeficiente para el que se adoptan los valores siguientes:

$k_\varphi = 1$ si los apoyos liberan el giro torsional;

$k_\varphi = 0,50$ si los apoyos son empotramientos que coaccionan totalmente el giro torsional;

$k_\varphi = 0,70$ si un apoyo libera el giro torsional y el otro lo coacciona completamente.

$l_v$ longitud del vuelco lateral de la barra. Corresponde a la distancia entre secciones firmemente arriostradas transversalmente;

$G$ módulo de elasticidad transversal. Para el acero, $G = E / 2,6$;

$I_t$ módulo de torsión de la sección transversal;

$E$ módulo de elasticidad longitudinal;

$I_y$ momento de inercia de la sección respecto al eje principal débil de la sección, $y - y$;

$\kappa$ coeficiente definido por la expresión:

$\kappa = k_\phi \cdot l_v \cdot (GI_t / EI_A)^{0,5}$

$I_A$ módulo de alabeo de la sección:

$X_{LT}$ coeficiente de reducción que afecta a la capacidad de resistencia a flexión $M_{z,Rd}$.

## ECUACIONES EMPLEADAS EN LOS LISTADOS

**Agotamiento por plastificación** (con y sin vuelco)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_y / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_z / (W_z \times f_y / \gamma_M)$

**Pandeo eje débil y-y** (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$

**Pandeo eje fuerte z-z** (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1.

Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

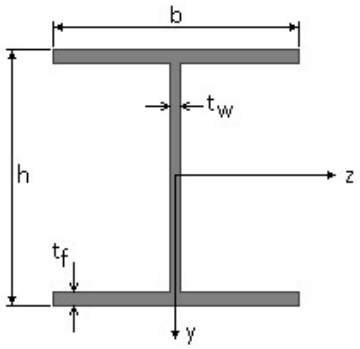
Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según el Apéndice B Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4) del C.E.

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2/ \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## Proyecto : NAVE BOMBONES
## Estructura : NAVE 4
**COMPROBACION DE BARRAS.**

**Barra : 1**

I HEA. Tamaño : 140 rotada 90º




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 31,4 | 155 | 56 | 173,4 | 83,3 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 1033 | 389 | 8,22 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

b = 140 h = 133

$t_w$ = 5,5 $t_f$ = 8,5

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k\ (m) = \beta\ x\ l$ | λ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | Φ | X |
| z-z | 1,91 = 0,32 x 6,00 | 33,37 | 86,81 | 0,384 | 0,61 | 0,932 |
| y-y | 6,00 = 1,00 x 6,00 | 170,46 | 86,81 | 1,96 | 2,86 | 0,202 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2{,}6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2{,}6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:5) = 40,23 x 10³ / ( 3140 x 275 / 1,05) + 8,35 x $10^6$ / {1 x 173400 x 275 / 1,05} +

+ 10628503 / ( 83300 x 275 / 1,05 ) = 0,720 (189 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(11)$ =1,96; $\lambda_y(11)$ =170; $\beta_y(11)$ =1,00

$N_{Rk}$ = 3140 x 275 / 1,05 = 82238 N; $N_{Ed}$ = -53744 N

$C_{my}$ = 0,48; $C_{mz}$ = 0,40; $k_{yz}$ = 0,405; $k_{yy}$ = 0,967

**COMPROBACION DE BARRAS.**

i(Comb.:11) = 53743,65 / (0,202 x 3140 x 275 / 1,05) + 0,405 x 6638023 / {1 x 173400 x 275 / 1,05} +
+ 0,967x10708042 / 83300 x 275 / 1,05 = 0,857 (224 N/mm²)
Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(11) = 0,39$; $\lambda_z(11) = 34$; $\beta_z(11) = 0,32$; $\alpha_{Crít}(11) = 106$

$N_{Rk} = 3140 \times 275 / 1,05 = 82238$ N; $N_{Ed} = -51766$ N

$C_{my} = 0,48$; $C_{mz} = 0,40$; $k_{zy} = 0,580$; $k_{zz} = 0,675$

i(Comb.:11) = 53743,65 / (0,93 x 3140 x 275 / 1,05) + 0,67x6638023 / {1 x 173400 x 275 / 1,05} +
+ 0,580 x 10708042 / (83300 x 275 / 1,05) = 0,454 (119 N/mm²)
Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed} = 7745,98$ N Combinación :12

Area eficaz a corte : $A_{y,V} = 1010,75$ mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd} = 1010,8 \times 275 / ( \sqrt{3} \times 1,05) = 152836$ N Ec.8

i(12) = 7746 / 152836 = 0,051 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed} = 10208,26$ N Combinación :11

Area eficaz a corte : $A_{z,V} = 2380$ mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd} = 2380 \times 275 / ( \sqrt{3} \times 1,05) = 359882$ N

i(11) = 10208,26 / 359882 = 0,0284 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

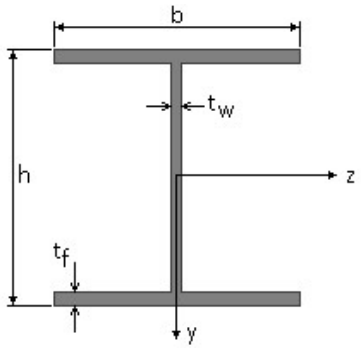
Sección : 0 / 20

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 86 %

**Barra : 2**

I HEA. Tamaño : 300 rotada 90º




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 112,5 | 1260 | 421 | 1384 | 630 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 18263 | 6310 | 77,7 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

b = 300 h = 290

$t_w$ = 8,5 $t_f$ = 14

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k\ (m) = \beta\ x\ l$ | λ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | Φ | X |
| z-z | 32,37 = 4,80 x 6,75 | 254,06 | 86,81 | 2,93 | 5,25 | 0,104 |
| y-y | 6,75 = 1,00 x 6,75 | 90,13 | 86,81 | 1,04 | 1,24 | 0,518 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2{,}6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2{,}6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:11) = 37,06 x 10³ / ( 11250 x 275 / 1,05) + 16,59 x 10⁶ / {1 x 1384000 x 275 / 1,05} +

+ 45102140 / ( 630000 x 275 / 1,05 ) = 0,332 (87 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(11) = 1{,}04$; $\lambda_y(11) = 90$; $\beta_y(11) = 1{,}00$

$N_{Rk} = 11250 \times 275 / 1{,}05 = 294643$ N; $N_{Ed} = -37055$ N

$C_{my} = 0{,}59$; $C_{mz} = 0{,}90$; $k_{yz} = 0{,}434$; $k_{yy} = 0{,}689$

i(Comb.:11) = 37055,04 / (0,518 x 11250 x 275 / 1,05) + 0,434 x 16591362 / {1 x 1384000 x 275 / 1,05} +
+ 0,689x45102140 / 630000 x 275 / 1,05 = 0,232 (61 N/mm²)
Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(8)$ =2,83; $\lambda_z(8)$ =246; $\beta_z(8)$ =4,63; $\alpha_{Crít}(8)$ = 6,61

$N_{Rk}$ = 11250 x 275 / 1,05 = 294643 N; $N_{Ed}$ = -58494 N

$C_{my}$ = 0,90; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 0,421; $k_{zz}$ = 0,761

i(Comb.:8) = 58494,31 / (0,11 x 11250 x 275 / 1,05) + 0,76x9816373 / {1 x 1384000 x 275 / 1,05} +
+ 0,421 x 39074152 / (630000 x 275 / 1,05) = 0,299 (78 N/mm²)
Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 3224,78 N Combinación :11

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 3725 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 3725 x 275 / ( √3 x 1,05) = 563260 N Ec.8

i(11) = 3225 / 563260 = 0,0057 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 28541,82 N Combinación :11

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 8400 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 8400 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1270171 N

i(11) = 28541,82 / 1270171 = 0,0225 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

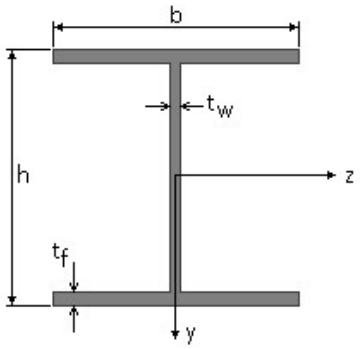
**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 34 %

## Proyecto : NAVE BOMBONES
## Estructura : NAVE 4
**COMPROBACION DE BARRAS.**

**Barra : 3**

I HEA. Tamaño : 200 rotada 90º




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 53,8 | 389 | 134 | 430 | 200 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3692 | 1336 | 19,2 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

b = 200 h = 190

$t_w$ = 6,5 $t_f$ = 10

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k\ (m) = \beta\ x\ l$ | **λ** | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | **Φ** | **X** |
| z-z | 15,00 = 2,00 x 7,50 | 181,05 | 86,81 | 2,09 | 3,00 | 0,194 |
| y-y | 7,50 = 1,00 x 7,50 | 150,48 | 86,81 | 1,73 | 2,38 | 0,250 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:11) = 55,82 x 10³ / ( 5380 x 275 / 1,05) + 5,87 x $10^6$ / {1 x 430000 x 275 / 1,05} +

+ 36403356 / ( 200000 x 275 / 1,05 ) = 0,787 (206 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}$ =1,73; $\lambda_y$ =150; $\beta_y$ =1,00

$N_{Rk}$ = 5380 x 275 / 1,05 = 140905 N; $N_{Ed}$ = -51440 N

$C_{my}$ = 0,51; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{yz}$ = 0,465; $k_{yy}$ = 0,814

i(Comb.:11) = 55821,46 / (0,25 x 5380 x 275 / 1,05) + 0,465 x 6292751 / {1 x 430000 x 275 / 1,05} +
+ 0,814x36403356 / 200000 x 275 / 1,05 = 0,750 (197 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}$ =2,09; $\lambda_z$ =181; $\beta_z$ =2,00

$N_{Rk}$ = 5380 x 275 / 1,05 = 140905 N; $N_{Ed}$ = -86903 N

$C_{my}$ = 0,58; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 0,545; $k_{zz}$ = 0,844

i(Comb.:8) = 91307,73 / (0,194 x 5380 x 275 / 1,05) + 0,84x3943664 / {1 x 430000 x 275 / 1,05} +
+ 0,545 x 26138268 / (200000 x 275 / 1,05) = 0,635 (166 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 1634,96 N Combinación :11

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1805 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1805 x 275 / ( √3 x 1,05) = 272935 N Ec.8

i(11) = 1635 / 272935 = 0,006 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 25496,23 N Combinación :11

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 4000 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 4000 x 275 / ( √3 x 1,05) = 604843 N

i(11) = 25496,23 / 604843 = 0,042 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

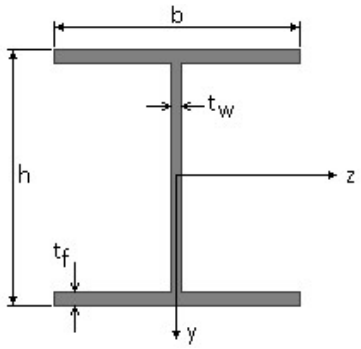
Sección : 0 / 20

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 79 %

**Barra : 4**

I HEA. Tamaño : 300 rotada 90º




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 112,5 | 1260 | 421 | 1384 | 630 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 18263 | 6310 | 77,7 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

b = 300 h = 290

$t_w$ = 8,5 $t_f$ = 14

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k\ (m) = \beta\ x\ l$ | λ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | Φ | X |
| z-z | 35,32 = 5,23 x 6,75 | 277,19 | 86,81 | 3,19 | 6,11 | 0,088 |
| y-y | 6,75 = 1,00 x 6,75 | 90,13 | 86,81 | 1,04 | 1,24 | 0,518 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:11) = 26,22 x 10³ / ( 11250 x 275 / 1,05) + 20,64 x $10^6$ / {1 x 1384000 x 275 / 1,05} +

+ 41198440 / ( 630000 x 275 / 1,05 ) = 0,316 (83 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(5)$ =1,04; $\lambda_y(5)$ =90; $\beta_y(5)$ =1,00

$N_{Rk}$ = 11250 x 275 / 1,05 = 294643 N; $N_{Ed}$ = -5844 N

$C_{my}$ = 0,44; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{yz}$ = 0,600; $k_{yy}$ = 1,000

i(Comb.:5) = 5844,27 / (0,518 x 11250 x 275 / 1,05) + 0,600 x 19643132 / {1 x 1384000 x 275 / 1,05} +
+ 1x34447236 / 630000 x 275 / 1,05 = 0,245 (64 N/mm²)
Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(8)$ =2,99; $\lambda_z(8)$ =260; $\beta_z(8)$ =4,90; $\alpha_{Crít}(8)$ = 6,66

$N_{Rk}$ = 11250 x 275 / 1,05 = 294643 N; $N_{Ed}$ = -51926 N

$C_{my}$ = 0,86; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 0,419; $k_{zz}$ = 0,760

i(Comb.:8) = 51926,31 / (0,1 x 11250 x 275 / 1,05) + 0,76x14077431 / {1 x 1384000 x 275 / 1,05} +
+ 0,419 x 36601164 / (630000 x 275 / 1,05) = 0,299 (78 N/mm²)
Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 3602,8 N Combinación :5

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 3725 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 3725 x 275 / ( √3 x 1,05) = 563260 N Ec.8

i(5) = 3603 / 563260 = 0,0064 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 27752,63 N Combinación :10

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 8400 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 8400 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1270171 N

i(10) = 27752,63 / 1270171 = 0,022 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

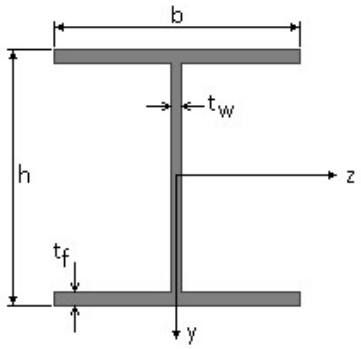
Sección : 0 / 20

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 32 %

**Barra : 5**

I HEA. Tamaño : 140 rotada 90º




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 31,4 | 155 | 56 | 173,4 | 83,3 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 1033 | 389 | 8,22 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

b = 140 h = 133

$t_w$ = 5,5 $t_f$ = 8,5

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k\ (m) = \beta\ x\ l$ | λ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | Φ | X |
| z-z | 1,97 = 0,33 x 6,00 | 34,28 | 86,81 | 0,395 | 0,61 | 0,928 |
| y-y | 6,00 = 1,00 x 6,00 | 170,46 | 86,81 | 1,96 | 2,86 | 0,202 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2{,}6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2{,}6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:11) = 48,21 x 10³ / ( 3140 x 275 / 1,05) + 6,89 x 10⁶ / {1 x 173400 x 275 / 1,05} +

+ 8840141 / ( 83300 x 275 / 1,05 ) = 0,615 (161 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(10) = 1{,}96$; $\lambda_y(10) = 170$; $\beta_y(10) = 1{,}00$

$N_{Rk} = 3140 \times 275 / 1{,}05 = 82238$ N; $N_{Ed} = -48870$ N

$C_{my} = 0{,}48$; $C_{mz} = 0{,}72$; $k_{yz} = 0{,}405$; $k_{yy} = 0{,}951$

i(Comb.:10) = 50891,87 / (0,202 x 3140 x 275 / 1,05) + 0,405 x 5993345 / {1 x 173400 x 275 / 1,05} +
+ 0,951x8839512 / 83300 x 275 / 1,05 = 0,744 (195 N/mm²)
Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(11)$ =0,40; $\lambda_z(11)$ =34; $\beta_z(11)$ =0,32; $\alpha_{Crít}(11)$ = 115

$N_{Rk}$ = 3140 x 275 / 1,05 = 82238 N; $N_{Ed}$ = -48206 N

$C_{my}$ = 0,48; $C_{mz}$ = 0,58; $k_{zy}$ = 0,562; $k_{zz}$ = 0,674

i(Comb.:11) = 48206,47 / (0,93 x 3140 x 275 / 1,05) + 0,67x6885642 / {1 x 173400 x 275 / 1,05} +
+ 0,562 x 8840141 / (83300 x 275 / 1,05) = 0,393 (103 N/mm²)
Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 7779,08 N Combinación :12

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1010,75 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1010,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 152836 N Ec.8

i(12) = 7779 / 152836 = 0,051 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 8389,17 N Combinación :11

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2380 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2380 x 275 / ( √3 x 1,05) = 359882 N

i(11) = 8389,17 / 359882 = 0,0233 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

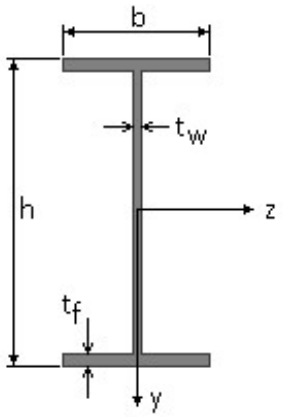
**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 75 %

**Barra : 6**

IPE. Tamaño : 180

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 91 h = 180

$t_w$ = 5,3 $t_f$ = 8

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 23,9 | 146 | 22,2 | 166,4 | 33,1 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 1320 | 101 | 5,06 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k$ (m) = $\beta$ x $l$ | $\lambda$ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | $\Phi$ | X |
| z-z | 5,02 = 0,84 x 6,00 | 67,58 | 86,81 | 0,78 | 0,86 | 0,808 |
| y-y | 4,50 = 0,75 x 6,00 | 218,94 | 86,81 | 2,52 | 4,07 | 0,137 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:8) = 2,3 x 10³ / ( 2390 x 275 / 1,05) + 22,79 x $10^6$ / {1 x 166400 x 275 / 1,05} +

+ 158255 / ( 33100 x 275 / 1,05 ) = 0,545 (143 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(8)$ =2,52; $\lambda_y(8)$ =219; $\beta_y(8)$ =0,75

$N_{Rk}$ = 2390 x 275 / 1,05 = 62595 N; $N_{Ed}$ = -2296 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{yz}$ = 0,430; $k_{yy}$ = 0,739

i(Comb.:8) = 6705,2 / (0,137 x 2390 x 275 / 1,05) + 0,430 x 22790648 / {1 x 166400 x 275 / 1,05} +
+ 0,739x227426 / 33100 x 275 / 1,05 = 0,322 (84 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(8)$ =2,85; $\lambda_z(8)$ =247; $\beta_z(8)$ =3,06; $\alpha_{Crít}(8)$ = 12,09

$N_{Rk}$ = 2390 x 275 / 1,05 = 62595 N; $N_{Ed}$ = -2296 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 0,443; $k_{zz}$ = 0,716

i(Comb.:8) = 6705,2 / (0,115 x 2390 x 275 / 1,05) + 0,72x22790648 / {1 x 166400 x 275 / 1,05} +
+ 0,443 x 227426 / (33100 x 275 / 1,05) = 0,480 (126 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 20036,57 N Combinación :8

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1120,4 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1120,4 x 275 / ( √3 x 1,05) = 169417 N Ec.8

i(8) = 20037 / 169417 = 0,118 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 66,71 N Combinación :7

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 1456 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 1456 x 275 / ( √3 x 1,05) = 220163 N

i(7) = 66,71 / 220163 = 0,0003 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (3): 7,6 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 1,5 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

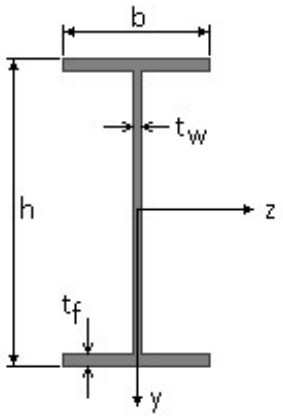
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 55 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 38 %

**Barra : 7**

IPE. Tamaño : 180

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 91 h = 180

$t_w$ = 5,3 $t_f$ = 8

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 23,9 | 146 | 22,2 | 166,4 | 33,1 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 1320 | 101 | 5,06 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k$ (m) = $\beta$ x $l$ | $\lambda$ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | $\Phi$ | X |
| z-z | 3,16 = 0,53 x 6,00 | 42,46 | 86,81 | 0,49 | 0,65 | 0,928 |
| y-y | 4,50 = 0,75 x 6,00 | 218,93 | 86,81 | 2,52 | 4,07 | 0,137 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:8) = 109,35 x 10³ / ( 2390 x 275 / 1,05) + 17,64 x $10^6$ / {1 x 166400 x 275 / 1,05} +

+ 151050 / ( 33100 x 275 / 1,05 ) = 0,597 (156 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(15)$ =2,52; $\lambda_y(15)$ =219; $\beta_y(15)$ =0,75

$N_{Rk}$ = 2390 x 275 / 1,05 = 62595 N; $N_{Ed}$ = -23597 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,49; $k_{yz}$ = 0,404; $k_{yy}$ = 0,926

i(Comb.:15) = 23998,84 / (0,137 x 2390 x 275 / 1,05) + 0,404 x 4962590 / {1 x 166400 x 275 / 1,05} +
+ 0,926x22385,71 / 33100 x 275 / 1,05 = 0,327 (86 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(15)$ =0,49; $\lambda_z(15)$ =42; $\beta_z(15)$ =0,52; $\alpha_{Crít}(15)$ = 115

$N_{Rk}$ = 2390 x 275 / 1,05 = 62595 N; $N_{Ed}$ = -23597 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,49; $k_{zy}$ = 0,556; $k_{zz}$ = 0,674

i(Comb.:15) = 23998,84 / (0,93 x 2390 x 275 / 1,05) + 0,67x4962590 / {1 x 166400 x 275 / 1,05} +
+ 0,556 x 22385,71 / (33100 x 275 / 1,05) = 0,120 (31 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 17782,44 N Combinación :8

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1120,4 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1120,4 x 275 / ( √3 x 1,05) = 169417 N Ec.8

i(8) = 17782 / 169417 = 0,105 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 44,89 N Combinación :10

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 1456 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 1456 x 275 / ( √3 x 1,05) = 220163 N

i(10) = 44,89 / 220163 = 0,0002 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (8): 4,4 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 0,7 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

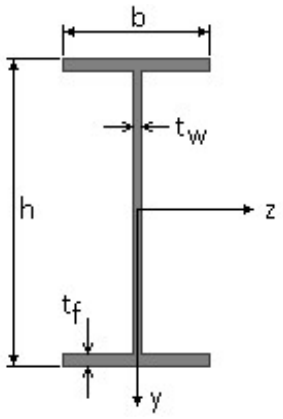
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 60 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 22 %

**Barra : 8**

IPE. Tamaño : 180

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 91 h = 180

$t_w$ = 5,3 $t_f$ = 8

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 23,9 | 146 | 22,2 | 166,4 | 33,1 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 1320 | 101 | 5,06 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k$ (m) = $\beta$ x $l$ | $\lambda$ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | $\Phi$ | X |
| z-z | 3,16 = 0,53 x 5,99 | 42,51 | 86,81 | 0,49 | 0,65 | 0,927 |
| y-y | 4,49 = 0,75 x 5,99 | 218,64 | 86,81 | 2,52 | 4,07 | 0,138 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:7) = 105,48 x 10³ / ( 2390 x 275 / 1,05) + 19,5 x $10^6$ / {1 x 166400 x 275 / 1,05} +

+ 136676 / ( 33100 x 275 / 1,05 ) = 0,632 (165 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(15)$ =2,52; $\lambda_y(15)$ =219; $\beta_y(15)$ =0,75

$N_{Rk}$ = 2390 x 275 / 1,05 = 62595 N; $N_{Ed}$ = -23938 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,49; $k_{yz}$ = 0,404; $k_{yy}$ = 0,925

i(Comb.:15) = 23937,74 / (0,138 x 2390 x 275 / 1,05) + 0,404 x 5046381 / {1 x 166400 x 275 / 1,05} +
+ 0,925x31108,49 / 33100 x 275 / 1,05 = 0,328 (86 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(15)$ =0,49; $\lambda_z(15)$ =43; $\beta_z(15)$ =0,52; $\alpha_{Crít}(15)$ = 115

$N_{Rk}$ = 2390 x 275 / 1,05 = 62595 N; $N_{Ed}$ = -23938 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,49; $k_{zy}$ = 0,555; $k_{zz}$ = 0,674

i(Comb.:15) = 23937,74 / (0,93 x 2390 x 275 / 1,05) + 0,67x5046381 / {1 x 166400 x 275 / 1,05} +
+ 0,555 x 31108,49 / (33100 x 275 / 1,05) = 0,121 (32 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 18376,35 N Combinación :7

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1120,4 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1120,4 x 275 / ( √3 x 1,05) = 169417 N Ec.8

i(7) = 18376 / 169417 = 0,108 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 55,34 N Combinación :8

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 1456 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 1456 x 275 / ( √3 x 1,05) = 220163 N

i(8) = 55,34 / 220163 = 0,0003 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (7): 4 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 0,7 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 64 %

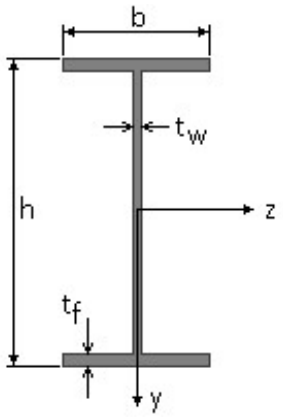
**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 20 %

## Proyecto : NAVE BOMBONES
## Estructura : NAVE 4
**COMPROBACION DE BARRAS.**

**Barra : 9**

IPE. Tamaño : 180

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 91 h = 180

$t_w$ = 5,3 $t_f$ = 8

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 23,9 | 146 | 22,2 | 166,4 | 33,1 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 1320 | 101 | 5,06 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k$ (m) = $\beta$ x $l$ | $\lambda$ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | $\Phi$ | X |
| z-z | 5,03 = 0,84 x 5,99 | 67,66 | 86,81 | 0,78 | 0,86 | 0,807 |
| y-y | 4,49 = 0,75 x 5,99 | 218,65 | 86,81 | 2,52 | 4,07 | 0,138 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:7) = 1,92 x 10³ / ( 2390 x 275 / 1,05) + 22,25 x $10^6$ / {1 x 166400 x 275 / 1,05} +

+ 214496 / ( 33100 x 275 / 1,05 ) = 0,538 (141 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3)$ =2,52; $\lambda_y(3)$ =219; $\beta_y(3)$ =0,75

$N_{Rk}$ = 2390 x 275 / 1,05 = 62595 N; $N_{Ed}$ = -3808 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{yz}$ = 0,600; $k_{yy}$ = 1,000

i(Comb.:3) = 3808,14 / (0,138 x 2390 x 275 / 1,05) + 0,600 x 11781007 / {1 x 166400 x 275 / 1,05} +
+ 1x213663 / 33100 x 275 / 1,05 = 0,231 (60 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(7)$ =4,65; $\lambda_z(7)$ =403; $\beta_z(7)$ =5,00; $\alpha_{Crít}(7)$ = 12,25

$N_{Rk}$ = 2390 x 275 / 1,05 = 62595 N; $N_{Ed}$ = -2484 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 0,600; $k_{zz}$ = 1,000

i(Comb.:7) = 2484,38 / (0,044 x 2390 x 275 / 1,05) + 1x12312079 / {1 x 166400 x 275 / 1,05} +
+ 0,600 x 237352 / (33100 x 275 / 1,05) = 0,389 (102 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 20292,26 N Combinación :7

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1120,4 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1120,4 x 275 / ( √3 x 1,05) = 169417 N Ec.8

i(7) = 20292 / 169417 = 0,12 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 77,57 N Combinación :8

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 1456 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 1456 x 275 / ( √3 x 1,05) = 220163 N

i(8) = 77,57 / 220163 = 0,0004 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (7): 8,2 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 1,5 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

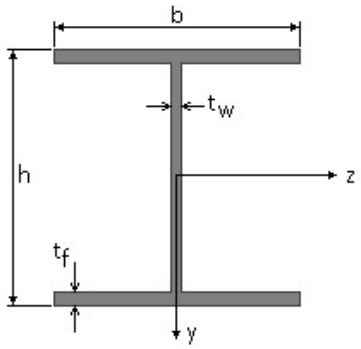
**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 54 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 41 %

**Barra : 10**

I HEA. Tamaño : 140 rotada 90º




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 31,4 | 155 | 56 | 173,4 | 83,3 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 1033 | 389 | 8,22 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

b = 140 h = 133

$t_w$ = 5,5 $t_f$ = 8,5

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k\ (m) = \beta\ x\ l$ | λ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | Φ | X |
| z-z | 4,44 = 0,74 x 6,00 | 77,43 | 86,81 | 0,89 | 1,02 | 0,666 |
| y-y | 6,00 = 1,00 x 6,00 | 170,47 | 86,81 | 1,96 | 2,86 | 0,202 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2{,}6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2{,}6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:14) = 6,62 x 10³ / ( 3140 x 275 / 1,05) + 8,77 x $10^6$ / {1 x 173400 x 275 / 1,05} +

+ 10585746 / ( 83300 x 275 / 1,05 ) = 0,686 (180 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(13) = 1{,}96$; $\lambda_y(13) = 170$; $\beta_y(13) = 1{,}00$

$N_{Rk} = 3140 \times 275 / 1{,}05 = 82238$ N; $N_{Ed} = -70$ N

$C_{my} = 0{,}49$; $C_{mz} = 0{,}90$; $k_{yz} = 0{,}600$; $k_{yy} = 1{,}000$

i(Comb.:13) = 70,07 / (0,202 x 3140 x 275 / 1,05) + 0,600 x 8488130 / {1 x 173400 x 275 / 1,05} +
+ 1x10572513 / 83300 x 275 / 1,05 = 0,597 (156 N/mm²)
Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(13)$ =8,13; $\lambda_z(13)$ =706; $\beta_z(13)$ =6,74; $\alpha_{Crít}(13)$ = 187

$N_{Rk}$ = 3140 x 275 / 1,05 = 82238 N; $N_{Ed}$ = -12 N

$C_{my}$ = 0,49; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 0,600; $k_{zz}$ = 1,000

i(Comb.:13) = 70,07 / (0,0145 x 3140 x 275 / 1,05) + 1x8488130 / {1 x 173400 x 275 / 1,05} +
+ 0,600 x 10572513 / (83300 x 275 / 1,05) = 0,484 (127 N/mm²)
Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 7746,6 N Combinación :12

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1010,75 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1010,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 152836 N Ec.8

i(12) = 7747 / 152836 = 0,051 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 10160,41 N Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2380 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2380 x 275 / ( √3 x 1,05) = 359882 N

i(14) = 10160,41 / 359882 = 0,028 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

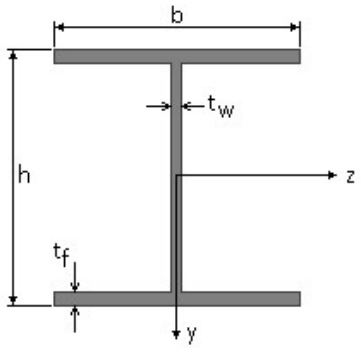
Sección : 0 / 20

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 69 %

**Barra : 11**

I HEA. Tamaño : 300 rotada 90º




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 112,5 | 1260 | 421 | 1384 | 630 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 18263 | 6310 | 77,7 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

b = 300 h = 290

$t_w$ = 8,5 $t_f$ = 14

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k\ (m) = \beta\ x\ l$ | **λ** | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | **Φ** | **X** |
| z-z | 28,53 = 4,23 x 6,75 | 223,92 | 86,81 | 2,58 | 4,23 | 0,132 |
| y-y | 6,75 = 1,00 x 6,75 | 90,13 | 86,81 | 1,04 | 1,24 | 0,518 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2{,}6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2{,}6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:8) = 52,31 x 10³ / ( 11250 x 275 / 1,05) + 5,92 x $10^6$ / {1 x 1384000 x 275 / 1,05} +

+ 42105196 / ( 630000 x 275 / 1,05 ) = 0,289 (76 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.2 - Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(8) = 1{,}04$; $\lambda_y(8) = 90$; $\beta_y(8) = 1{,}00$

$N_{Rk} = 11250 \times 275 / 1{,}05 = 294643$ N; $N_{Ed} = -52306$ N

$C_{my} = 0{,}40$; $C_{mz} = 0{,}90$; $k_{yz} = 0{,}457$; $k_{yy} = 0{,}703$

i(Comb.:8) = 60581,71 / (0,518 x 11250 x 275 / 1,05) + 0,457 x 11046175 / {1 x 1384000 x 275 / 1,05} +
+ 0,703x42105196 / 630000 x 275 / 1,05 = 0,233 (61 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(8)$ =2,78; $\lambda_z(8)$ =241; $\beta_z(8)$ =4,55; $\alpha_{Crít}(8)$ = 6,61

$N_{Rk}$ = 11250 x 275 / 1,05 = 294643 N; $N_{Ed}$ = -52306 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 0,422; $k_{zz}$ = 0,762

i(Comb.:8) = 60581,71 / (0,115 x 11250 x 275 / 1,05) + 0,76x11046175 / {1 x 1384000 x 275 / 1,05} +
+ 0,422 x 42105196 / (630000 x 275 / 1,05) = 0,310 (81 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 3620,38 N Combinación :11

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 3725 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 3725 x 275 / ( √3 x 1,05) = 563260 N Ec.8

i(11) = 3620 / 563260 = 0,0064 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 24080,79 N Combinación :13

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 8400 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 8400 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1270171 N

i(13) = 24080,79 / 1270171 = 0,019 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

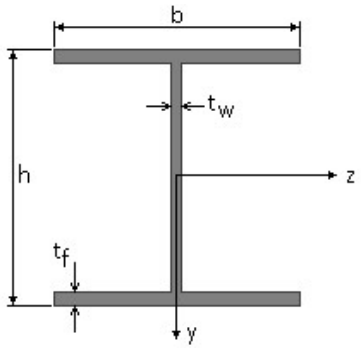
Sección : 0 / 20

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 29 %

**Barra : 12**

I HEA. Tamaño : 200 rotada 90º




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 53,8 | 389 | 134 | 430 | 200 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3692 | 1336 | 19,2 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

b = 200 h = 190

$t_w$ = 6,5 $t_f$ = 10

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k\ (m) = \beta\ x\ l$ | λ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | Φ | X |
| z-z | 15,00 = 2,00 x 7,50 | 181,05 | 86,81 | 2,09 | 3,00 | 0,194 |
| y-y | 7,50 = 1,00 x 7,50 | 150,49 | 86,81 | 1,73 | 2,38 | 0,250 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2{,}6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2{,}6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:11) = 40,75 x 10³ / ( 5380 x 275 / 1,05) + 6,32 x $10^6$ / {1 x 430000 x 275 / 1,05} +

+ 30273696 / ( 200000 x 275 / 1,05 ) = 0,663 (174 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}$ =1,73; $\lambda_y$ =150; $\beta_y$ =1,00

$N_{Rk}$ = 5380 x 275 / 1,05 = 140905 N; $N_{Ed}$ = -101 N

$C_{my}$ = 0,48; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{yz}$ = 0,600; $k_{yy}$ = 1,000

i(Comb.:14) = 614,96 / (0,25 x 5380 x 275 / 1,05) + 0,600 x 5350346 / {1 x 430000 x 275 / 1,05} +
+ 1x32199908 / 200000 x 275 / 1,05 = 0,645 (169 N/mm²)
Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}$ =2,09; $\lambda_z$ =181; $\beta_z$ =2,00

$N_{Rk}$ = 5380 x 275 / 1,05 = 140905 N; $N_{Ed}$ = -77237 N

$C_{my}$ = 0,46; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 0,529; $k_{zz}$ = 0,825

i(Comb.:8) = 81612,3 / (0,194 x 5380 x 275 / 1,05) + 0,82x3857087 / {1 x 430000 x 275 / 1,05} +
+ 0,529 x 20948978 / (200000 x 275 / 1,05) = 0,538 (141 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 1635,02 N Combinación :11

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1805 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1805 x 275 / ( √3 x 1,05) = 272935 N Ec.8

i(11) = 1635 / 272935 = 0,006 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 23663,36 N Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 4000 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 4000 x 275 / ( √3 x 1,05) = 604843 N

i(14) = 23663,36 / 604843 = 0,039 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

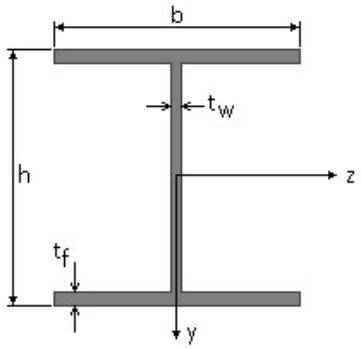
Sección : 0 / 20

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 67 %

**Barra : 13**

I HEA. Tamaño : 300 rotada 90º




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 112,5 | 1260 | 421 | 1384 | 630 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 18263 | 6310 | 77,7 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

b = 300 h = 290

$t_w$ = 8,5 $t_f$ = 14

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k\ (m) = \beta\ x\ l$ | **λ** | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | **Φ** | **X** |
| z-z | 96,15 = 14,24 x 6,75 | 754,64 | 86,81 | 8,69 | 39,72 | 0,0127 |
| y-y | 6,75 = 1,00 x 6,75 | 90,13 | 86,81 | 1,04 | 1,24 | 0,518 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2{,}6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2{,}6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:7) = 53 x 10³ / ( 11250 x 275 / 1,05) + 2,78 x $10^6$ / {1 x 1384000 x 275 / 1,05} +

+ 40677932 / ( 630000 x 275 / 1,05 ) = 0,272 (71 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(14) = 1{,}04$; $\lambda_y(14) = 90$; $\beta_y(14) = 1{,}00$

$N_{Rk}$ = 11250 x 275 / 1,05 = 294643 N; $N_{Ed}$ = -73 N

$C_{my}$ = 0,44; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{yz}$ = 0,600; $k_{yy}$ = 1,000

i(Comb.:14) = 1049,51 / (0,518 x 11250 x 275 / 1,05) + 0,600 x 15683777 / {1 x 1384000 x 275 / 1,05} +
+ 1x35673256 / 630000 x 275 / 1,05 = 0,243 (64 N/mm²)
Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(8)$ =2,93; $\lambda_z(8)$ =255; $\beta_z(8)$ =4,80; $\alpha_{Crít}(8)$ = 6,66

$N_{Rk}$ = 11250 x 275 / 1,05 = 294643 N; $N_{Ed}$ = -45698 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 0,419; $k_{zz}$ = 0,760

i(Comb.:8) = 53973,83 / (0,104 x 11250 x 275 / 1,05) + 0,76x12792323 / {1 x 1384000 x 275 / 1,05} +
+ 0,419 x 37786188 / (630000 x 275 / 1,05) = 0,300 (78 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 3180,95 N Combinación :5

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 3725 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 3725 x 275 / ( √3 x 1,05) = 563260 N Ec.8

i(5) = 3181 / 563260 = 0,0056 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 23958,68 N Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 8400 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 8400 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1270171 N

i(14) = 23958,68 / 1270171 = 0,019 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

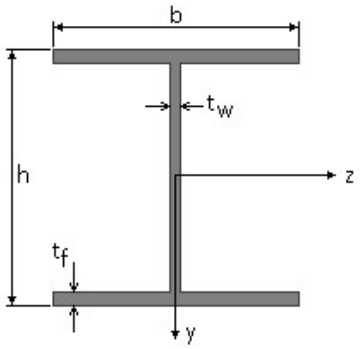
Sección : 0 / 20

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 28 %

**Barra : 14**

I HEA. Tamaño : 140 rotada 90º




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 31,4 | 155 | 56 | 173,4 | 83,3 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 1033 | 389 | 8,22 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

b = 140 h = 133

$t_w$ = 5,5 $t_f$ = 8,5

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k$ (m) = $\beta$ x $l$ | $\lambda$ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | $\Phi$ | **X** |
| z-z | 8,52 = 1,42 x 6,00 | 148,61 | 86,81 | 1,71 | 2,22 | 0,275 |
| y-y | 6,00 = 1,00 x 6,00 | 170,47 | 86,81 | 1,96 | 2,86 | 0,202 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:11) = 10,23 x 10³ / ( 3140 x 275 / 1,05) + 6,67 x $10^6$ / {1 x 173400 x 275 / 1,05} +

+ 8617076 / ( 83300 x 275 / 1,05 ) = 0,554 (145 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(10) = 1,96$; $\lambda_y(10) = 170$; $\beta_y(10) = 1,00$

$N_{Rk} = 3140 \times 275 / 1,05 = 82238$ N; $N_{Ed} = -11547$ N

$C_{my} = 0,49$; $C_{mz} = 0,73$; $k_{yz} = 0,405$; $k_{yy} = 0,742$

i(Comb.:10) = 13572,64 / (0,202 x 3140 x 275 / 1,05) + 0,405 x 5788231 / {1 x 173400 x 275 / 1,05} +
+ 0,742x8628623 / 83300 x 275 / 1,05 = 0,427 (112 N/mm²)
Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(11)$ =0,86; $\lambda_z(11)$ =74; $\beta_z(11)$ =0,71; $\alpha_{Crít}(11)$ = 115

$N_{Rk}$ = 3140 x 275 / 1,05 = 82238 N; $N_{Ed}$ = -10225 N

$C_{my}$ = 0,49; $C_{mz}$ = 0,58; $k_{zy}$ = 0,434; $k_{zz}$ = 0,674

i(Comb.:11) = 10225,44 / (0,69 x 3140 x 275 / 1,05) + 0,67x6665925 / {1 x 173400 x 275 / 1,05} +
+ 0,434 x 8617076 / (83300 x 275 / 1,05) = 0,288 (76 N/mm²)
Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 7778,47 N Combinación :12

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1010,75 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1010,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 152836 N Ec.8

i(12) = 7778 / 152836 = 0,051 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 8341,01 N Combinación :13

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2380 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2380 x 275 / ( √3 x 1,05) = 359882 N

i(13) = 8341,01 / 359882 = 0,023 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

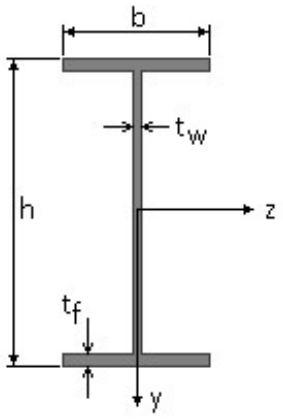
**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 56 %

**Barra : 15**

IPE. Tamaño : 180

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 91 h = 180

$t_w$ = 5,3 $t_f$ = 8

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 23,9 | 146 | 22,2 | 166,4 | 33,1 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 1320 | 101 | 5,06 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k$ (m) = $\beta$ x $l$ | $\lambda$ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | $\Phi$ | X |
| z-z | 5,02 = 0,84 x 6,00 | 67,59 | 86,81 | 0,78 | 0,86 | 0,808 |
| y-y | 4,50 = 0,75 x 6,00 | 218,94 | 86,81 | 2,52 | 4,07 | 0,137 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:8) = 2,32 x 10³ / ( 2390 x 275 / 1,05) + 22,77 x $10^6$ / {1 x 166400 x 275 / 1,05} +

+ 78786,5 / ( 33100 x 275 / 1,05 ) = 0,535 (140 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(14)$ =2,52; $\lambda_y(14)$ =219; $\beta_y(14)$ =0,75

$N_{Rk}$ = 2390 x 275 / 1,05 = 62595 N; $N_{Ed}$ = -33010 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,40; $k_{yz}$ = 0,408; $k_{yy}$ = 1,028

i(Comb.:14) = 33416,21 / (0,137 x 2390 x 275 / 1,05) + 0,408 x 3550284 / {1 x 166400 x 275 / 1,05} +
+ 1,028x98462,74 / 33100 x 275 / 1,05 = 0,433 (113 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(8)$ =2,42; $\lambda_z(8)$ =210; $\beta_z(8)$ =2,59; $\alpha_{Crít}(8)$ = 16,73

$N_{Rk}$ = 2390 x 275 / 1,05 = 62595 N; $N_{Ed}$ = -2316 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 0,443; $k_{zz}$ = 0,703

i(Comb.:8) = 6723,75 / (0,156 x 2390 x 275 / 1,05) + 0,7x22766192 / {1 x 166400 x 275 / 1,05} +
+ 0,443 x 118418 / (33100 x 275 / 1,05) = 0,442 (116 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 20033,24 N Combinación :8

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1120,4 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1120,4 x 275 / ( √3 x 1,05) = 169417 N Ec.8

i(8) = 20033 / 169417 = 0,118 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 54,19 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 1456 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 1456 x 275 / ( √3 x 1,05) = 220163 N

i(3) = 54,19 / 220163 = 0,0002 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (3): 7,6 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 1,5 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

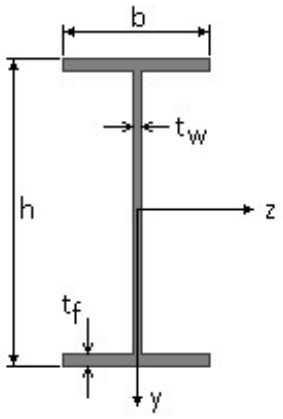
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 54 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 38 %

**Barra : 16**

IPE. Tamaño : 180

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 91 h = 180

$t_w$ = 5,3 $t_f$ = 8

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 23,9 | 146 | 22,2 | 166,4 | 33,1 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 1320 | 101 | 5,06 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k$ (m) = $\beta$ x $l$ | $\lambda$ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | $\Phi$ | X |
| z-z | 3,16 = 0,53 x 6,00 | 42,46 | 86,81 | 0,49 | 0,65 | 0,928 |
| y-y | 4,50 = 0,75 x 6,00 | 218,93 | 86,81 | 2,52 | 4,07 | 0,137 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 94,1 x 10³ / ( 2390 x 275 / 1,05) + 18,4 x $10^6$ / {1 x 166400 x 275 / 1,05} +

+ 6714,21 / ( 33100 x 275 / 1,05 ) = 0,573 (150 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(13)$ =2,52; $\lambda_y(13)$ =219; $\beta_y(13)$ =0,75

$N_{Rk}$ = 2390 x 275 / 1,05 = 62595 N; $N_{Ed}$ = -36267 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,45; $k_{yz}$ = 0,408; $k_{yy}$ = 1,063

i(Comb.:13) = 36675,64 / (0,137 x 2390 x 275 / 1,05) + 0,408 x 4286942 / {1 x 166400 x 275 / 1,05} +
+ 1,063x109849 / 33100 x 275 / 1,05 = 0,480 (126 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(13)$ =0,53; $\lambda_z(13)$ =46; $\beta_z(13)$ =0,57; $\alpha_{Crít}(13)$ = 62,62

$N_{Rk}$ = 2390 x 275 / 1,05 = 62595 N; $N_{Ed}$ = -36267 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,45; $k_{zy}$ = 0,638; $k_{zz}$ = 0,680

i(Comb.:13) = 36675,64 / (0,91 x 2390 x 275 / 1,05) + 0,68x4286942 / {1 x 166400 x 275 / 1,05} +
+ 0,638 x 109849 / (33100 x 275 / 1,05) = 0,139 (36,5 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 17812,31 N Combinación :8

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1120,4 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1120,4 x 275 / ( √3 x 1,05) = 169417 N Ec.8

i(8) = 17812 / 169417 = 0,105 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 50,34 N Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 1456 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 1456 x 275 / ( √3 x 1,05) = 220163 N

i(14) = 50,34 / 220163 = 0,0002 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (8): 4,5 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 0,7 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

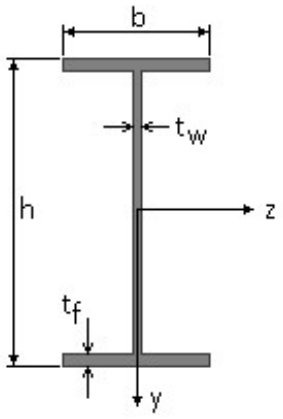
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 58 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 22 %

**Barra : 17**

IPE. Tamaño : 180

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 91 h = 180

$t_w$ = 5,3 $t_f$ = 8

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 23,9 | 146 | 22,2 | 166,4 | 33,1 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 1320 | 101 | 5,06 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k$ (m) = $\beta$ x $l$ | $\lambda$ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | $\Phi$ | X |
| z-z | 3,16 = 0,53 x 5,99 | 42,51 | 86,81 | 0,49 | 0,65 | 0,927 |
| y-y | 4,49 = 0,75 x 5,99 | 218,64 | 86,81 | 2,52 | 4,07 | 0,138 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 94,05 x 10³ / ( 2390 x 275 / 1,05) + 18,59 x $10^6$ / {1 x 166400 x 275 / 1,05} +

+ 76139,08 / ( 33100 x 275 / 1,05 ) = 0,586 (153 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(13)$ =2,52; $\lambda_y(13)$ =219; $\beta_y(13)$ =0,75

$N_{Rk}$ = 2390 x 275 / 1,05 = 62595 N; $N_{Ed}$ = -36584 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,51; $k_{yz}$ = 0,408; $k_{yy}$ = 1,061

i(Comb.:13) = 36584,29 / (0,138 x 2390 x 275 / 1,05) + 0,408 x 2764582 / {1 x 166400 x 275 / 1,05} +
+ 1,061x75225,13 / 33100 x 275 / 1,05 = 0,459 (120 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(15)$ =0,49; $\lambda_z(15)$ =43; $\beta_z(15)$ =0,52; $\alpha_{Crít}(15)$ = 115

$N_{Rk}$ = 2390 x 275 / 1,05 = 62595 N; $N_{Ed}$ = -23938 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,49; $k_{zy}$ = 0,555; $k_{zz}$ = 0,674

i(Comb.:15) = 23938,49 / (0,93 x 2390 x 275 / 1,05) + 0,67x5042956 / {1 x 166400 x 275 / 1,05} +
+ 0,555 x 31109,22 / (33100 x 275 / 1,05) = 0,121 (32 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 18303,54 N Combinación :7

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1120,4 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1120,4 x 275 / ( √3 x 1,05) = 169417 N Ec.8

i(7) = 18304 / 169417 = 0,108 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 24,97 N Combinación :2

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 1456 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 1456 x 275 / ( √3 x 1,05) = 220163 N

i(2) = 24,97 / 220163 = 0,0001 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (7): 4 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 0,7 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

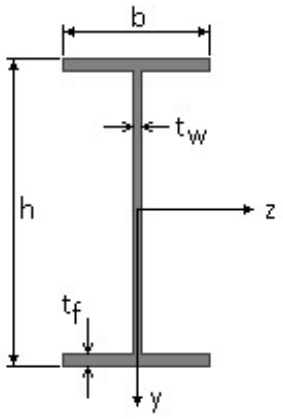
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 59 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 20 %

**Barra : 18**

IPE. Tamaño : 180

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 91 h = 180

$t_w$ = 5,3 $t_f$ = 8

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | **$W_{el,z}$** | **$W_{el,y}$** | **$W_{pl,z}$** | **$W_{pl,y}$** |
| 23,9 | 146 | 22,2 | 166,4 | 33,1 |

| **$I_z$** | **$I_y$** | **$I_{tor}$** |
|---|---|---|
| 1320 | 101 | 5,06 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | **$f_y$** | **$f_u$** |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | ***$l_k$ (m) = β x l*** | **λ** | **$\lambda_E$** | **$\lambda_{adimensional}$** | **Φ** | **X** |
| z-z | 5,03 = 0,84 x 5,99 | 67,65 | 86,81 | 0,78 | 0,86 | 0,807 |
| y-y | 4,49 = 0,75 x 5,99 | 218,65 | 86,81 | 2,52 | 4,07 | 0,138 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:7) = 1,93 x 10³ / ( 2390 x 275 / 1,05) + 22,39 x $10^6$ / {1 x 166400 x 275 / 1,05} +

+ 157240 / ( 33100 x 275 / 1,05 ) = 0,535 (140 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(13)$ =2,52; $\lambda_y(13)$ =219; $\beta_y(13)$ =0,75

$N_{Rk}$ = 2390 x 275 / 1,05 = 62595 N; $N_{Ed}$ = -26392 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,59; $k_{yz}$ = 0,408; $k_{yy}$ = 0,951

i(Comb.:13) = 26392,47 / (0,138 x 2390 x 275 / 1,05) + 0,408 x 3587959 / {1 x 166400 x 275 / 1,05} +
+ 0,951x71289,76 / 33100 x 275 / 1,05 = 0,347 (91 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =3,54; $\lambda_z(3)$ =307; $\beta_z(3)$ =3,80; $\alpha_{Crít}(3)$ = 13,82

$N_{Rk}$ = 2390 x 275 / 1,05 = 62595 N; $N_{Ed}$ = -3800 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 0,600; $k_{zz}$ = 1,000

i(Comb.:3) = 3799,56 / (0,075 x 2390 x 275 / 1,05) + 1x11765902 / {1 x 166400 x 275 / 1,05} +
+ 0,600 x 212974 / (33100 x 275 / 1,05) = 0,365 (96 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 20330,02 N Combinación :7

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1120,4 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1120,4 x 275 / ( √3 x 1,05) = 169417 N Ec.8

i(7) = 20330 / 169417 = 0,12 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 69,7 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 1456 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 1456 x 275 / ( √3 x 1,05) = 220163 N

i(3) = 69,7 / 220163 = 0,0003 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (7): 8,2 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 1,5 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

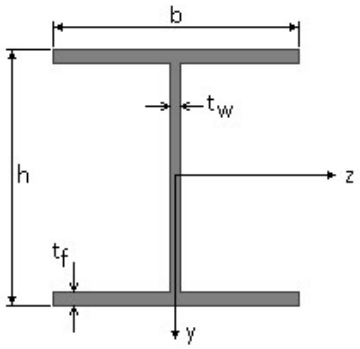
**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 54 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 41 %

**Barra : 19**

I HEA. Tamaño : 400




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 159 | 2310 | 571 | 2560 | 855 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 45069 | 8564 | 197 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

b = 300 h = 390

$t_w$ = 11 $t_f$ = 19

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k$ (m) = $\beta$ x $l$ | $\lambda$ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | $\Phi$ | **X** |
| z-z | 14,14 = 2,36 x 6,00 | 84,01 | 86,81 | 0,97 | 1,05 | 0,688 |
| y-y | 6,00 = 1,00 x 6,00 | 81,76 | 86,81 | 0,94 | 1,07 | 0,634 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 151,88 x 10³ / ( 15900 x 275 / 1,05) + 406,77 x $10^6$ / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +

+ 2104834 / ( 855000 x 275 / 1,05 ) = 0,653 (171 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3)$ =0,94; $\lambda_y(3)$ =82; $\beta_y(3)$ =1,00

$N_{Rk}$ = 15900 x 275 / 1,05 = 416429 N; $N_{Ed}$ = -151877 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{yz}$ = 0,413; $k_{yy}$ = 0,719

i(Comb.:3) = 162290 / (0,634 x 15900 x 275 / 1,05) + 0,413 x 406767264 / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +
+ 0,719x3076447 / 855000 x 275 / 1,05 = 0,322 (84 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,86; $\lambda_z(3)$ =74; $\beta_z(3)$ =2,08; $\alpha_{Crít}(3)$ = 36,74

$N_{Rk}$ = 15900 x 275 / 1,05 = 416429 N; $N_{Ed}$ = -151877 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 0,431; $k_{zz}$ = 0,688

i(Comb.:3) = 162290 / (0,76 x 15900 x 275 / 1,05) + 0,69x406767264 / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +
+ 0,431 x 3076447 / (855000 x 275 / 1,05) = 0,475 (124 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 111750 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 5735 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 5735 x 275 / ( √3 x 1,05) = 867194 N Ec.8

i(3) = 111750 / 867194 = 0,13 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 1628,37 N Combinación :8

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 11400 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 11400 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1723803 N

i(8) = 1628,37 / 1723803 = 0,0009 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

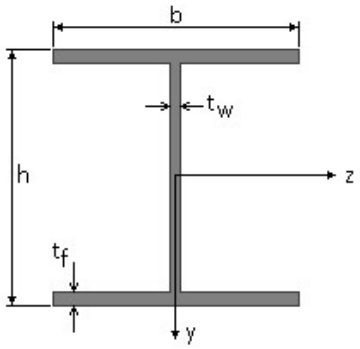
Sección : 0 / 20

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 66 %

**Barra : 20**

I HEA. Tamaño : 400




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 159 | 2310 | 571 | 2560 | 855 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 45069 | 8564 | 197 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

b = 300 h = 390

$t_w$ = 11 $t_f$ = 19

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k\ (m) = \beta\ x\ l$ | λ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | Φ | X |
| z-z | 29,58 = 4,93 x 6,00 | 175,7 | 86,81 | 2,02 | 2,74 | 0,218 |
| y-y | 6,00 = 1,00 x 6,00 | 81,76 | 86,81 | 0,94 | 1,07 | 0,634 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2{,}6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2{,}6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 151,31 x 10³ / ( 15900 x 275 / 1,05) + 411,26 x 10⁶ / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +

+ 2227921 / ( 855000 x 275 / 1,05 ) = 0,660 (173 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3) = 0{,}94$; $\lambda_y(3) = 82$; $\beta_y(3) = 1{,}00$

$N_{Rk} = 15900 \times 275 / 1{,}05 = 416429$ N; $N_{Ed} = -151308$ N

$C_{my} = 0{,}40$; $C_{mz} = 0{,}90$; $k_{yz} = 0{,}413$; $k_{yy} = 0{,}718$

i(Comb.:3) = 161721 / (0,634 x 15900 x 275 / 1,05) + 0,413 x 411262848 / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +
+ 0,718x3129888 / 855000 x 275 / 1,05 = 0,325 (85 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,86; $\lambda_z(3)$ =74; $\beta_z(3)$ =2,08; $\alpha_{Crít}(3)$ = 36,74

$N_{Rk}$ = 15900 x 275 / 1,05 = 416429 N; $N_{Ed}$ = -151308 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 0,431; $k_{zz}$ = 0,688

i(Comb.:3) = 161721 / (0,76 x 15900 x 275 / 1,05) + 0,69x411262848 / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +
+ 0,431 x 3129888 / (855000 x 275 / 1,05) = 0,479 (126 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 117177 N Combinación :8

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 5735 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 5735 x 275 / ( √3 x 1,05) = 867194 N Ec.8

i(8) = 117177 / 867194 = 0,135 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 1626,49 N Combinación :7

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 11400 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 11400 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1723803 N

i(7) = 1626,49 / 1723803 = 0,0009 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

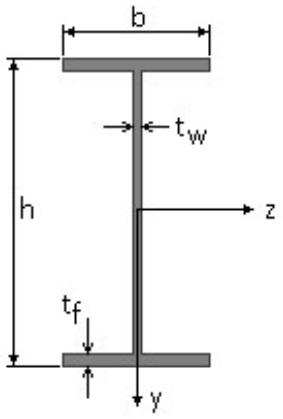
**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 66 %

**Barra : 21**

IPE. Tamaño : 550

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 210 h = 550

$t_w$ = 11 $t_f$ = 17,2

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | **$W_{el,z}$** | **$W_{el,y}$** | **$W_{pl,z}$** | **$W_{pl,y}$** |
| 134 | 2440 | 254 | 2780 | 379,2 |

| **$I_z$** | **$I_y$** | **$I_{tor}$** |
|---|---|---|
| 67120 | 2670 | 122 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | **$f_y$** | **$f_u$** |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | ***$l_k$ (m) = β x l*** | **λ** | **$\lambda_E$** | **$\lambda_{adimensional}$** | **Φ** | **X** |
| z-z | 14,15 = 2,36 x 6,00 | 63,23 | 86,81 | 0,73 | 0,82 | 0,834 |
| y-y | 4,50 = 0,75 x 6,00 | 100,83 | 86,81 | 1,16 | 1,34 | 0,500 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 226,73 x 10³ / ( 13400 x 275 / 1,05) + 406,76 x $10^6$ / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +

+ 712611 / ( 379200 x 275 / 1,05 ) = 0,630 (165 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3)$ =1,16; $\lambda_y(3)$ =101; $\beta_y(3)$ =0,75

$N_{Rk}$ = 12202,35 x 275 / 1,05 = 319585 N; $N_{Ed}$ = -219640 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{yz}$ = 0,823; $k_{yy}$ = 1,051

i(Comb.:3) = 219640 / (0,5 x 12202,35 x 275 / 1,05) + 0,823 x 406758528 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,051x712611 / 379200 x 275 / 1,05 = 0,605 (158 N/mm²)
Sección : 13 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=4 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,67; $\lambda_z(3)$ =58; $\beta_z(3)$ =2,15; $\alpha_{Crít}(3)$ = 36,74

$N_{Rk}$ = 12202,35 x 275 / 1,05 = 319585 N; $N_{Ed}$ = -219640 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 1,051; $k_{zz}$ = 1,029

i(Comb.:3) = 219640 / (0,86 x 12202,35 x 275 / 1,05) + 1,03x406758528 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,051 x 712611 / (379200 x 275 / 1,05) = 0,662 (173 N/mm²)
Sección : 13 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=4 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 134902 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 7192,52 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 7192,5 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1087587 N Ec.8

i(3) = 134902 / 1087587 = 0,124 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 325,06 N Combinación :7

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 7224 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 7224 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1092347 N

i(7) = 325,06 / 1092347 = 0,0003 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (3): 1,4 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 0,4 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

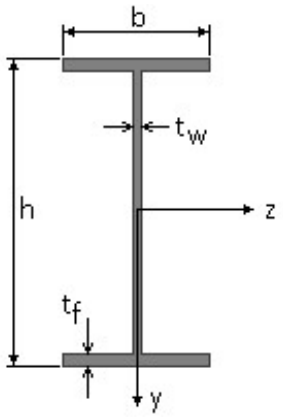
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 66 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 7 %

**Barra : 22**

IPE. Tamaño : 550

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 210 h = 550

$t_w$ = 11 $t_f$ = 17,2

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 134 | 2440 | 254 | 2780 | 379,2 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 67120 | 2670 | 122 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k\ (m) = \beta\ x\ l$ | $\lambda$ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | $\Phi$ | **X** |
| z-z | 11,16 = 1,86 x 6,00 | 49,85 | 86,81 | 0,57 | 0,70 | 0,900 |
| y-y | 4,50 = 0,75 x 6,00 | 100,83 | 86,81 | 1,16 | 1,34 | 0,500 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 310,06 x 10³ / ( 13400 x 275 / 1,05) + 227,81 x 10⁶ / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +

+ 1129848 / ( 379200 x 275 / 1,05 ) = 0,413 (108 N/mm²)

Sección : 13 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3) = 1,16$; $\lambda_y(3) = 101$; $\beta_y(3) = 0,75$

$N_{Rk} = 13400 \times 275 / 1,05 = 350952$ N; $N_{Ed} = -306123$ N

$C_{my} = 0,40$; $C_{mz} = 0,99$; $k_{yz} = 0,827$; $k_{yy} = 1,070$

i(Comb.:3) = 317364 / (0,5 x 13400 x 275 / 1,05) + 0,827 x 228262000 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,07x2045059 / 379200 x 275 / 1,05 = 0,462 (121 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=3 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,56; $\lambda_z(3)$ =49; $\beta_z(3)$ =1,82; $\alpha_{Crít}(3)$ = 36,74

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -306123 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,99; $k_{zy}$ = 1,070; $k_{zz}$ = 1,034

i(Comb.:3) = 317364 / (0,9 x 13400 x 275 / 1,05) + 1,03x228262000 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,070 x 2045059 / (379200 x 275 / 1,05) = 0,446 (117 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=3 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 56196,95 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 7192,52 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 7192,5 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1087587 N Ec.8

i(3) = 56197 / 1087587 = 0,052 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 436,84 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 7224 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 7224 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1092347 N

i(3) = 436,84 / 1092347 = 0,0004 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (8): 3,2 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 0,9 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

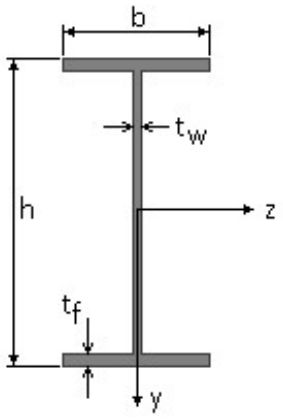
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 45 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 16 %

**Barra : 23**

IPE. Tamaño : 550

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 210 h = 550

$t_w$ = 11 $t_f$ = 17,2

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | **$W_{el,z}$** | **$W_{el,y}$** | **$W_{pl,z}$** | **$W_{pl,y}$** |
| 134 | 2440 | 254 | 2780 | 379,2 |

| **$I_z$** | **$I_y$** | **$I_{tor}$** |
|---|---|---|
| 67120 | 2670 | 122 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | **$f_y$** | **$f_u$** |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | ***$l_k$ (m) = β x l*** | **λ** | **$\lambda_E$** | **$\lambda_{adimensional}$** | **Φ** | **X** |
| z-z | 10,88 = 1,82 x 5,99 | 48,63 | 86,81 | 0,56 | 0,69 | 0,904 |
| y-y | 4,49 = 0,75 x 5,99 | 100,69 | 86,81 | 1,16 | 1,34 | 0,500 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(Comb.:3) = 310,12 \times 10^3 / ( 13400 \times 275 / 1,05) + 226,69 \times 10^6 / \{1 \times 2780000 \times 275 / 1,05\} +$

$+ 1137837 / ( 379200 \times 275 / 1,05 ) = 0,411$ (108 N/mm²)

Sección : 7 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3) = 1,16$; $\lambda_y(3) = 101$; $\beta_y(3) = 0,75$

$N_{Rk} = 13400 \times 275 / 1,05 = 350952$ N; $N_{Ed} = -317425$ N

$C_{my} = 0,40$; $C_{mz} = 0,99$; $k_{yz} = 0,827$; $k_{yy} = 1,070$

i(Comb.:3) = 317425 / (0,5 x 13400 x 275 / 1,05) + 0,827 x 227000880 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,07x2025700 / 379200 x 275 / 1,05 = 0,460 (121 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=3 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,56; $\lambda_z(3)$ =49; $\beta_z(3)$ =1,82; $\alpha_{Crít}(3)$ = 36,74

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -317425 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,99; $k_{zy}$ = 1,070; $k_{zz}$ = 1,034

i(Comb.:3) = 317425 / (0,9 x 13400 x 275 / 1,05) + 1,03x227000880 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,070 x 2025700 / (379200 x 275 / 1,05) = 0,444 (116 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=3 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 56585,88 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 7192,52 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 7192,5 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1087587 N Ec.8

i(3) = 56586 / 1087587 = 0,052 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 424,38 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 7224 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 7224 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1092347 N

i(3) = 424,38 / 1092347 = 0,0004 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (3): 3,1 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 0,9 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

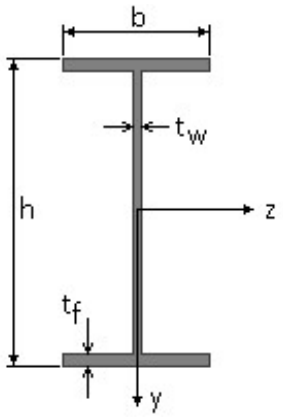
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 45 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 15 %

**Barra : 24**

IPE. Tamaño : 550

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 210 h = 550

$t_w$ = 11 $t_f$ = 17,2

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 134 | 2440 | 254 | 2780 | 379,2 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 67120 | 2670 | 122 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k\ (m) = \beta\ x\ l$ | $\lambda$ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | $\Phi$ | **X** |
| z-z | 12,76 = 2,13 x 5,99 | 57,02 | 86,81 | 0,66 | 0,76 | 0,867 |
| y-y | 4,49 = 0,75 x 5,99 | 100,69 | 86,81 | 1,16 | 1,34 | 0,500 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 227,34 x 10³ / ( 13400 x 275 / 1,05) + 411,26 x $10^6$ / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +

+ 724243 / ( 379200 x 275 / 1,05 ) = 0,637 (167 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - Pandeo eje y-y (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3)$ =1,16; $\lambda_y(3)$ =101; $\beta_y(3)$ =0,75

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -227344 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{yz}$ = 0,823; $k_{yy}$ = 1,051

i(Comb.:3) = 220252 / (0,5 x 12136,32 x 275 / 1,05) + 0,823 x 411258624 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,051x724243 / 379200 x 275 / 1,05 = 0,611 (160 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=4 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,66; $\lambda_z(3)$ =58; $\beta_z(3)$ =2,15; $\alpha_{Crít}(3)$ = 36,74

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -227344 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 1,051; $k_{zz}$ = 1,029

i(Comb.:3) = 220252 / (0,86 x 12136,32 x 275 / 1,05) + 1,03x411258624 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,051 x 724243 / (379200 x 275 / 1,05) = 0,669 (175 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=4 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 135300 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 7192,52 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 7192,5 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1087587 N Ec.8

i(3) = 135300 / 1087587 = 0,124 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 311,01 N Combinación :8

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 7224 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 7224 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1092347 N

i(8) = 311,01 / 1092347 = 0,0003 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (8): 1,7 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 0,4 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

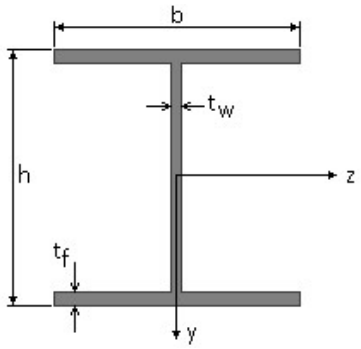
**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 67 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 8 %

**Barra : 25**

I HEA. Tamaño : 400




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 159 | 2310 | 571 | 2560 | 855 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 45069 | 8564 | 197 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

b = 300 h = 390

$t_w$ = 11 $t_f$ = 19

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k\ (m) = \beta\ x\ l$ | λ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | Φ | X |
| z-z | 6,65 = 1,11 x 6,00 | 39,52 | 86,81 | 0,455 | 0,63 | 0,938 |
| y-y | 6,00 = 1,00 x 6,00 | 81,76 | 86,81 | 0,94 | 1,07 | 0,634 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2{,}6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2{,}6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 192,03 x 10³ / ( 15900 x 275 / 1,05) + 572,32 x $10^6$ / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +

+ 1960494 / ( 855000 x 275 / 1,05 ) = 0,908 (238 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - Pandeo eje y-y (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3) = 0{,}94$; $\lambda_y(3) = 82$; $\beta_y(3) = 1{,}00$

$N_{Rk}$ = 15900 x 275 / 1,05 = 416429 N; $N_{Ed}$ = -192027 N

$C_{my} = 0{,}40$; $C_{mz} = 0{,}90$; $k_{yz} = 0{,}411$; $k_{yy} = 0{,}731$

i(Comb.:3) = 202440 / (0,634 x 15900 x 275 / 1,05) + 0,411 x 572315264 / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +
+ 0,731x2427641 / 855000 x 275 / 1,05 = 0,435 (114 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,69; $\lambda_z(3)$ =60; $\beta_z(3)$ =1,67; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,87

$N_{Rk}$ = 15900 x 275 / 1,05 = 416429 N; $N_{Ed}$ = -192027 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 0,439; $k_{zz}$ = 0,684

i(Comb.:3) = 202440 / (0,85 x 15900 x 275 / 1,05) + 0,68x572315264 / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +
+ 0,439 x 2427641 / (855000 x 275 / 1,05) = 0,646 (169 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 158736 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 5735 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 5735 x 275 / ( √3 x 1,05) = 867194 N Ec.8

i(3) = 158736 / 867194 = 0,183 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 2310,21 N Combinación :11

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 11400 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 11400 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1723803 N

i(11) = 2310,21 / 1723803 = 0,0013 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

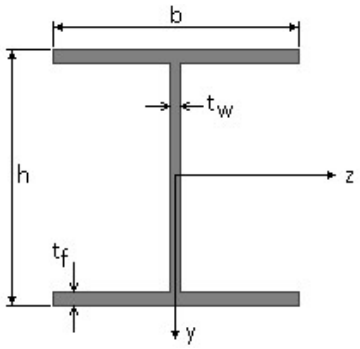
**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 91 %

**Barra : 26**

I HEA. Tamaño : 400

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 300 h = 390

$t_w$ = 11 $t_f$ = 19

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 159 | 2310 | 571 | 2560 | 855 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 45069 | 8564 | 197 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k\ (m) = \beta\ x\ l$ | $\lambda$ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | $\Phi$ | **X** |
| z-z | 65,05 = 10,84 x 6,00 | 386,36 | 86,81 | 4,45 | 10,85 | 0,048 |
| y-y | 6,00 = 1,00 x 6,00 | 81,76 | 86,81 | 0,94 | 1,07 | 0,634 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2{,}6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2{,}6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 190,66 x 10³ / ( 15900 x 275 / 1,05) + 576,01 x 10⁶ / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +

+ 2021188 / ( 855000 x 275 / 1,05 ) = 0,914 (239 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3) = 0{,}94$; $\lambda_y(3) = 82$; $\beta_y(3) = 1{,}00$

$N_{Rk} = 15900 \times 275 / 1{,}05 = 416429$ N; $N_{Ed} = -190663$ N

$C_{my} = 0{,}40$; $C_{mz} = 0{,}90$; $k_{yz} = 0{,}411$; $k_{yy} = 0{,}731$

i(Comb.:3) = 201075 / (0,634 x 15900 x 275 / 1,05) + 0,411 x 576012224 / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +
+ 0,731x2449468 / 855000 x 275 / 1,05 = 0,437 (114 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,69; $\lambda_z(3)$ =60; $\beta_z(3)$ =1,67; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,87

$N_{Rk}$ = 15900 x 275 / 1,05 = 416429 N; $N_{Ed}$ = -190663 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 0,439; $k_{zz}$ = 0,684

i(Comb.:3) = 201075 / (0,85 x 15900 x 275 / 1,05) + 0,68x576012224 / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +
+ 0,439 x 2449468 / (855000 x 275 / 1,05) = 0,649 (170 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 161480 N Combinación :8

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 5735 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 5735 x 275 / ( √3 x 1,05) = 867194 N Ec.8

i(8) = 161480 / 867194 = 0,186 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 2195,91 N Combinación :11

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 11400 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 11400 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1723803 N

i(11) = 2195,91 / 1723803 = 0,0013 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

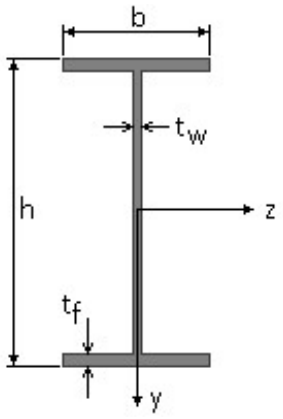
**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 92 %

**Barra : 27**

IPE. Tamaño : 550

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 210 h = 550

$t_w$ = 11 $t_f$ = 17,2

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 134 | 2440 | 254 | 2780 | 379,2 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 67120 | 2670 | 122 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k$ (m) = $\beta$ x $l$ | $\lambda$ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | $\Phi$ | X |
| z-z | 16,96 = 2,83 x 6,00 | 75,77 | 86,81 | 0,87 | 0,95 | 0,752 |
| y-y | 4,50 = 0,75 x 6,00 | 100,83 | 86,81 | 1,16 | 1,34 | 0,499 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 179,96 x 10³ / ( 13400 x 275 / 1,05) + 572,32 x $10^6$ / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +

+ 275748 / ( 379200 x 275 / 1,05 ) = 0,840 (220 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3)$ =1,16; $\lambda_y(3)$ =101; $\beta_y(3)$ =0,75

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -169434 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{yz}$ = 0,818; $k_{yy}$ = 1,040

i(Comb.:3) = 172592 / (0,499 x 12583,68 x 275 / 1,05) + 0,818 x 572317760 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,04x475561 / 379200 x 275 / 1,05 = 0,753 (197 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=4 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,67; $\lambda_z(3)$ =58; $\beta_z(3)$ =2,16; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,87

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -169434 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 1,040; $k_{zz}$ = 1,023

i(Comb.:3) = 172592 / (0,86 x 12583,68 x 275 / 1,05) + 1,02x572317760 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,040 x 475561 / (379200 x 275 / 1,05) = 0,870 (228 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=4 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 170537 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 7192,52 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 7192,5 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1087587 N Ec.8

i(3) = 170537 / 1087587 = 0,157 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 292,81 N Combinación :10

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 7224 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 7224 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1092347 N

i(10) = 292,81 / 1092347 = 0,0003 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (3): 2,7 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 0,8 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

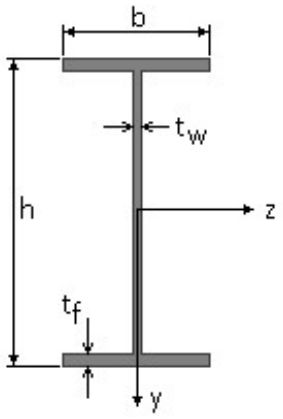
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 87 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 13 %

**Barra : 28**

IPE. Tamaño : 550

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 210 h = 550

$t_w$ = 11 $t_f$ = 17,2

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 134 | 2440 | 254 | 2780 | 379,2 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 67120 | 2670 | 122 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k$ (m) = $\beta$ x $l$ | $\lambda$ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | $\Phi$ | **X** |
| z-z | 20,64 = 3,44 x 6,00 | 92,23 | 86,81 | 1,06 | 1,15 | 0,622 |
| y-y | 4,50 = 0,75 x 6,00 | 100,83 | 86,81 | 1,16 | 1,34 | 0,500 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 161,21 x 10³ / ( 13400 x 275 / 1,05) + 341,84 x $10^6$ / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +

+ 90469,68 / ( 379200 x 275 / 1,05 ) = 0,516 (135 N/mm²)

Sección : 15 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3)$ =1,16; $\lambda_y(3)$ =101; $\beta_y(3)$ =0,75

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -158470 N

$C_{my}$ = 0,73; $C_{mz}$ = 1,00; $k_{yz}$ = 0,548; $k_{yy}$ = 0,756

i(Comb.:3) = 169447 / (0,5 x 13400 x 275 / 1,05) + 0,548 x 341960864 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 0,756x188874 / 379200 x 275 / 1,05 = 0,355 (93 N/mm²)
Sección : 16 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,69; $\lambda_z(3)$ =60; $\beta_z(3)$ =2,22; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,87

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -158470 N

$C_{my}$ = 0,73; $C_{mz}$ = 1,00; $k_{zy}$ = 0,756; $k_{zz}$ = 0,684

i(Comb.:3) = 169447 / (0,85 x 13400 x 275 / 1,05) + 0,68x341960864 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 0,756 x 188874 / (379200 x 275 / 1,05) = 0,379 (99 N/mm²)
Sección : 16 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 71984,58 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 7192,52 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 7192,5 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1087587 N Ec.8

i(3) = 71985 / 1087587 = 0,066 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 189,72 N Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 7224 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 7224 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1092347 N

i(14) = 189,72 / 1092347 = 0,0002 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (3): 5 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 1,5 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

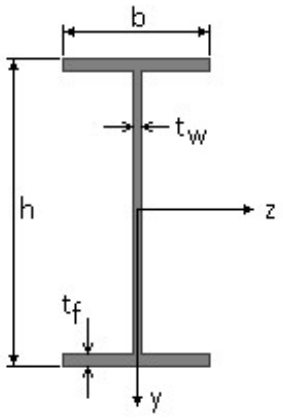
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 52 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 25 %

**Barra : 29**

IPE. Tamaño : 550

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 210 h = 550

$t_w$ = 11 $t_f$ = 17,2

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | **$W_{el,z}$** | **$W_{el,y}$** | **$W_{pl,z}$** | **$W_{pl,y}$** |
| 134 | 2440 | 254 | 2780 | 379,2 |

| **$I_z$** | **$I_y$** | **$I_{tor}$** |
|---|---|---|
| 67120 | 2670 | 122 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | **$f_y$** | **$f_u$** |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | ***$l_k$ (m) = β x l*** | **λ** | **$\lambda_E$** | **$\lambda_{adimensional}$** | **Φ** | **X** |
| z-z | 14,72 = 2,46 x 5,99 | 65,78 | 86,81 | 0,76 | 0,85 | 0,819 |
| y-y | 4,49 = 0,75 x 5,99 | 100,69 | 86,81 | 1,16 | 1,34 | 0,500 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 160,74 x 10³ / ( 13400 x 275 / 1,05) + 341,32 x $10^6$ / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +

+ 80545,42 / ( 379200 x 275 / 1,05 ) = 0,515 (135 N/mm²)

Sección : 4 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3)$ =1,16; $\lambda_y(3)$ =101; $\beta_y(3)$ =0,75

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -169516 N

$C_{my}$ = 0,72; $C_{mz}$ = 1,00; $k_{yz}$ = 0,548; $k_{yy}$ = 0,756

i(Comb.:3) = 169516 / (0,5 x 13400 x 275 / 1,05) + 0,548 x 341316832 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 0,756x189509 / 379200 x 275 / 1,05 = 0,355 (93 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,69; $\lambda_z(3)$ =60; $\beta_z(3)$ =2,23; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,87

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -169516 N

$C_{my}$ = 0,72; $C_{mz}$ = 1,00; $k_{zy}$ = 0,756; $k_{zz}$ = 0,684

i(Comb.:3) = 169516 / (0,85 x 13400 x 275 / 1,05) + 0,68x341316832 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 0,756 x 189509 / (379200 x 275 / 1,05) = 0,379 (99 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 72497,93 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 7192,52 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 7192,5 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1087587 N Ec.8

i(3) = 72498 / 1087587 = 0,067 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 148,29 N Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 7224 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 7224 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1092347 N

i(14) = 148,29 / 1092347 = 0,0001 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (3): 4,9 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 1,5 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

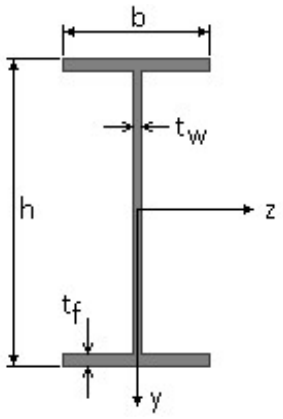
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 52 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 24 %

**Barra : 30**

IPE. Tamaño : 550

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 210 h = 550

$t_w$ = 11 $t_f$ = 17,2

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | **$W_{el,z}$** | **$W_{el,y}$** | **$W_{pl,z}$** | **$W_{pl,y}$** |
| 134 | 2440 | 254 | 2780 | 379,2 |

| **$I_z$** | **$I_y$** | **$I_{tor}$** |
|---|---|---|
| 67120 | 2670 | 122 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | **$f_y$** | **$f_u$** |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | ***$l_k$ (m) = β x l*** | **λ** | **$\lambda_E$** | **$\lambda_{adimensional}$** | **Φ** | **X** |
| z-z | 13,34 = 2,23 x 5,99 | 59,62 | 86,81 | 0,69 | 0,79 | 0,854 |
| y-y | 4,49 = 0,75 x 5,99 | 100,7 | 86,81 | 1,16 | 1,34 | 0,500 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(Comb.:3) = 180,02 \times 10^3 / ( 13400 \times 275 / 1,05) + 576,02 \times 10^6 / \{1 \times 2780000 \times 275 / 1,05\} +$

$+ 277426 / ( 379200 \times 275 / 1,05 ) = 0,845$ (221 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3) = 1,16$; $\lambda_y(3) = 101$; $\beta_y(3) = 0,75$

$N_{Rk} = 13400 \times 275 / 1,05 = 350952$ N; $N_{Ed} = -180023$ N

$C_{my} = 0,40$; $C_{mz} = 0,90$; $k_{yz} = 0,818$; $k_{yy} = 1,040$

i(Comb.:3) = 172650 / (0,5 x 12383,31 x 275 / 1,05) + 0,818 x 576015744 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,04x476882 / 379200 x 275 / 1,05 = 0,759 (199 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=4 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,67; $\lambda_z(3)$ =58; $\beta_z(3)$ =2,16; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,87

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -180023 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 1,040; $k_{zz}$ = 1,023

i(Comb.:3) = 172650 / (0,86 x 12383,31 x 275 / 1,05) + 1,02x576015744 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,040 x 476882 / (379200 x 275 / 1,05) = 0,876 (229 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=4 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 170742 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 7192,52 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 7192,5 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1087587 N Ec.8

i(3) = 170742 / 1087587 = 0,157 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 276,93 N Combinación :11

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 7224 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 7224 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1092347 N

i(11) = 276,93 / 1092347 = 0,0003 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (8): 2,8 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 0,8 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

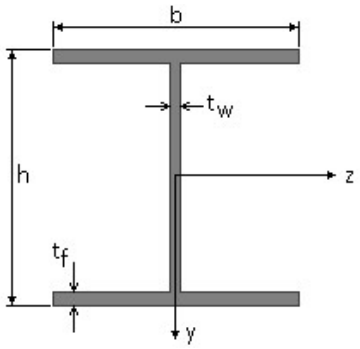
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 88 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 14 %

**Barra : 31**

I HEA. Tamaño : 400

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 300 h = 390

$t_w$ = 11 $t_f$ = 19

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 159 | 2310 | 571 | 2560 | 855 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 45069 | 8564 | 197 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k$ (m) = $\beta$ x $l$ | $\lambda$ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | $\Phi$ | **X** |
| z-z | 7,00 = 1,17 x 6,00 | 41,59 | 86,81 | 0,48 | 0,64 | 0,931 |
| y-y | 6,00 = 1,00 x 6,00 | 81,75 | 86,81 | 0,94 | 1,07 | 0,634 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 193,58 x 10³ / ( 15900 x 275 / 1,05) + 582,42 x $10^6$ / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +

+ 1102023 / ( 855000 x 275 / 1,05 ) = 0,920 (241 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3)$ =0,94; $\lambda_y(3)$ =82; $\beta_y(3)$ =1,00

$N_{Rk}$ = 15900 x 275 / 1,05 = 416429 N; $N_{Ed}$ = -193580 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{yz}$ = 0,411; $k_{yy}$ = 0,732

i(Comb.:3) = 203993 / (0,634 x 15900 x 275 / 1,05) + 0,411 x 582416256 / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +
+ 0,732x1419145 / 855000 x 275 / 1,05 = 0,439 (115 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,69; $\lambda_z(3)$ =60; $\beta_z(3)$ =1,67; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,31

$N_{Rk}$ = 15900 x 275 / 1,05 = 416429 N; $N_{Ed}$ = -193580 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 0,439; $k_{zz}$ = 0,685

i(Comb.:3) = 203993 / (0,85 x 15900 x 275 / 1,05) + 0,68x582416256 / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +
+ 0,439 x 1419145 / (855000 x 275 / 1,05) = 0,655 (172 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 161694 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 5735 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 5735 x 275 / ( √3 x 1,05) = 867194 N Ec.8

i(3) = 161694 / 867194 = 0,186 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 2026,07 N Combinación :11

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 11400 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 11400 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1723803 N

i(11) = 2026,07 / 1723803 = 0,0012 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

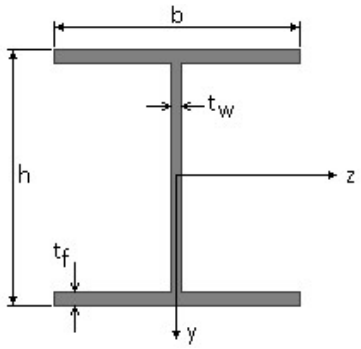
**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 93 %

**Barra : 32**

I HEA. Tamaño : 400

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 300 h = 390

$t_w$ = 11 $t_f$ = 19

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 159 | 2310 | 571 | 2560 | 855 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 45069 | 8564 | 197 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k$ (m) = $\beta$ x $l$ | $\lambda$ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | $\Phi$ | **X** |
| z-z | 21,95 = 3,66 x 6,00 | 130,36 | 86,81 | 1,5 | 1,76 | 0,372 |
| y-y | 6,00 = 1,00 x 6,00 | 81,76 | 86,81 | 0,94 | 1,07 | 0,634 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 192,38 x 10³ / ( 15900 x 275 / 1,05) + 586,31 x $10^6$ / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +

+ 1085317 / ( 855000 x 275 / 1,05 ) = 0,926 (242 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3) = 0,94$; $\lambda_y(3) = 82$; $\beta_y(3) = 1,00$

$N_{Rk}$ = 15900 x 275 / 1,05 = 416429 N; $N_{Ed}$ = -192382 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{yz}$ = 0,411; $k_{yy}$ = 0,732

i(Comb.:3) = 202795 / (0,634 x 15900 x 275 / 1,05) + 0,411 x 586311552 / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +
+ 0,732x1402262 / 855000 x 275 / 1,05 = 0,441 (115 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,69; $\lambda_z(3)$ =60; $\beta_z(3)$ =1,68; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,31

$N_{Rk}$ = 15900 x 275 / 1,05 = 416429 N; $N_{Ed}$ = -192382 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 0,439; $k_{zz}$ = 0,685

i(Comb.:3) = 202795 / (0,85 x 15900 x 275 / 1,05) + 0,68x586311552 / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +
+ 0,439 x 1402262 / (855000 x 275 / 1,05) = 0,659 (172 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 165119 N Combinación :8

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 5735 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 5735 x 275 / ( √3 x 1,05) = 867194 N Ec.8

i(8) = 165119 / 867194 = 0,19 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 1927,63 N Combinación :10

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 11400 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 11400 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1723803 N

i(10) = 1927,63 / 1723803 = 0,0011 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

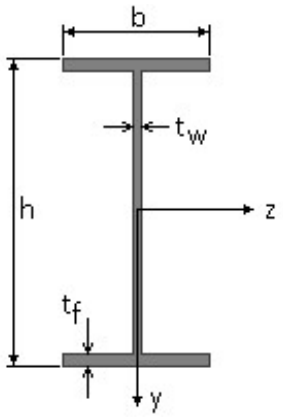
**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 93 %

**Barra : 33**

IPE. Tamaño : 550

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 210 h = 550

$t_w$ = 11 $t_f$ = 17,2

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | **$W_{el,z}$** | **$W_{el,y}$** | **$W_{pl,z}$** | **$W_{pl,y}$** |
| 134 | 2440 | 254 | 2780 | 379,2 |

| **$I_z$** | **$I_y$** | **$I_{tor}$** |
|---|---|---|
| 67120 | 2670 | 122 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | **$f_y$** | **$f_u$** |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | ***$l_k$ (m) = β x l*** | **λ** | **$\lambda_E$** | **$\lambda_{adimensional}$** | **Φ** | **X** |
| z-z | 16,13 = 2,69 x 6,00 | 72,08 | 86,81 | 0,83 | 0,91 | 0,778 |
| y-y | 4,50 = 0,75 x 6,00 | 100,83 | 86,81 | 1,16 | 1,34 | 0,499 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 182,77 x 10³ / ( 13400 x 275 / 1,05) + 582,42 x $10^6$ / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +

+ 122740 / ( 379200 x 275 / 1,05 ) = 0,853 (223 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3) = 1,16$; $\lambda_y(3) = 101$; $\beta_y(3) = 0,75$

$N_{Rk} = 13400 \times 275 / 1,05 = 350952$ N; $N_{Ed} = -172266$ N

$C_{my} = 0,77$; $C_{mz} = 0,90$; $k_{yz} = 0,819$; $k_{yy} = 1,041$

i(Comb.:3) = 175417 / (0,499 x 12266,77 x 275 / 1,05) + 0,819 x 582416512 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,041x281915 / 379200 x 275 / 1,05 = 0,767 (201 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=4 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,67; $\lambda_z(3)$ =58; $\beta_z(3)$ =2,15; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,31

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -172266 N

$C_{my}$ = 0,77; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 1,041; $k_{zz}$ = 1,023

i(Comb.:3) = 175417 / (0,86 x 12266,77 x 275 / 1,05) + 1,02x582416512 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,041 x 281915 / (379200 x 275 / 1,05) = 0,885 (232 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=4 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 171685 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 7192,52 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 7192,5 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1087587 N Ec.8

i(3) = 171685 / 1087587 = 0,158 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 217,32 N Combinación :5

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 7224 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 7224 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1092347 N

i(5) = 217,32 / 1092347 = 0,0002 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (3): 2,8 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 0,8 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

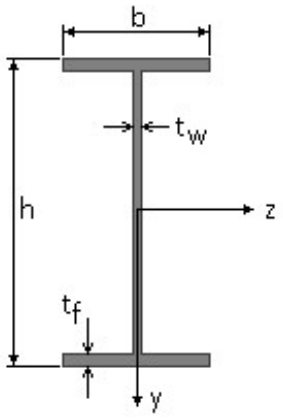
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 89 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 14 %

**Barra : 34**

IPE. Tamaño : 550

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 210 h = 550

$t_w$ = 11 $t_f$ = 17,2

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | **$W_{el,z}$** | **$W_{el,y}$** | **$W_{pl,z}$** | **$W_{pl,y}$** |
| 134 | 2440 | 254 | 2780 | 379,2 |

| **$I_z$** | **$I_y$** | **$I_{tor}$** |
|---|---|---|
| 67120 | 2670 | 122 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | **$f_y$** | **$f_u$** |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | ***$l_k$ (m) = β x l*** | **λ** | **$\lambda_E$** | **$\lambda_{adimensional}$** | **Φ** | **X** |
| z-z | 18,44 = 3,07 x 6,00 | 82,37 | 86,81 | 0,95 | 1,03 | 0,701 |
| y-y | 4,50 = 0,75 x 6,00 | 100,83 | 86,81 | 1,16 | 1,34 | 0,500 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(Comb.:3) = 163,04 \times 10^3 / ( 13400 \times 275 / 1,05) + 357,23 \times 10^6 / \{1 \times 2780000 \times 275 / 1,05\} +$

$+ 906708 / ( 379200 \times 275 / 1,05 ) = 0,546$ (143 N/mm²)

Sección : 17 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - Pandeo eje y-y (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3) = 1,16$; $\lambda_y(3) = 101$; $\beta_y(3) = 0,75$

$N_{Rk} = 13400 \times 275 / 1,05 = 350952$ N; $N_{Ed} = -161400$ N

$C_{my} = 0,40$; $C_{mz} = 1,00$; $k_{yz} = 0,548$; $k_{yy} = 0,758$

i(Comb.:3) = 172358 / (0,5 x 13400 x 275 / 1,05) + 0,548 x 357336288 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 0,758x1169189 / 379200 x 275 / 1,05 = 0,376 (98 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,69; $\lambda_z(3)$ =60; $\beta_z(3)$ =2,22; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,31

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -161400 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 1,00; $k_{zy}$ = 0,758; $k_{zz}$ = 0,685

i(Comb.:3) = 172358 / (0,85 x 13400 x 275 / 1,05) + 0,68x357336288 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 0,758 x 1169189 / (379200 x 275 / 1,05) = 0,402 (105 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 75860,84 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 7192,52 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 7192,5 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1087587 N Ec.8

i(3) = 75861 / 1087587 = 0,07 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 293,93 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 7224 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 7224 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1092347 N

i(3) = 293,93 / 1092347 = 0,0003 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (3): 5,1 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 1,5 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

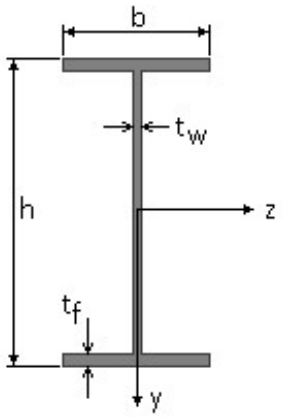
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 55 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 25 %

**Barra : 35**

IPE. Tamaño : 550

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 210 h = 550

$t_w$ = 11 $t_f$ = 17,2

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | **$W_{el,z}$** | **$W_{el,y}$** | **$W_{pl,z}$** | **$W_{pl,y}$** |
| 134 | 2440 | 254 | 2780 | 379,2 |

| **$I_z$** | **$I_y$** | **$I_{tor}$** |
|---|---|---|
| 67120 | 2670 | 122 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | **$f_y$** | **$f_u$** |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | ***$l_k$ (m) = β x l*** | **λ** | **$\lambda_E$** | **$\lambda_{adimensional}$** | **Φ** | **X** |
| z-z | 14,39 = 2,40 x 5,99 | 64,28 | 86,81 | 0,74 | 0,83 | 0,828 |
| y-y | 4,49 = 0,75 x 5,99 | 100,69 | 86,81 | 1,16 | 1,34 | 0,500 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 163,11 x 10³ / ( 13400 x 275 / 1,05) + 356,77 x $10^6$ / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +

+ 907296 / ( 379200 x 275 / 1,05 ) = 0,546 (143 N/mm²)

Sección : 3 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3) = 1,16$; $\lambda_y(3) = 101$; $\beta_y(3) = 0,75$

$N_{Rk} = 13400 \times 275 / 1,05 = 350952$ N; $N_{Ed} = -172416$ N

$C_{my} = 0,40$; $C_{mz} = 1,00$; $k_{yz} = 0,548$; $k_{yy} = 0,758$

i(Comb.:3) = 172416 / (0,5 x 13400 x 275 / 1,05) + 0,548 x 356765536 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 0,758x1170192 / 379200 x 275 / 1,05 = 0,375 (98 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,69; $\lambda_z(3)$ =60; $\beta_z(3)$ =2,22; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,31

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -172416 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 1,00; $k_{zy}$ = 0,758; $k_{zz}$ = 0,685

i(Comb.:3) = 172416 / (0,85 x 13400 x 275 / 1,05) + 0,68x356765536 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 0,758 x 1170192 / (379200 x 275 / 1,05) = 0,402 (105 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 76253,26 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 7192,52 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 7192,5 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1087587 N Ec.8

i(3) = 76253 / 1087587 = 0,07 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 294,78 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 7224 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 7224 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1092347 N

i(3) = 294,78 / 1092347 = 0,0003 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (3): 5,1 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 1,5 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

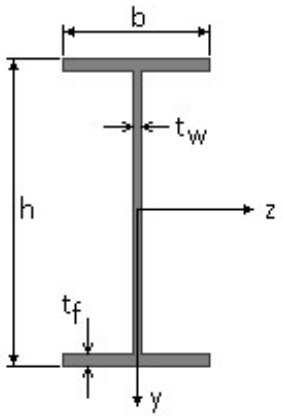
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 55 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 25 %

**Barra : 36**

IPE. Tamaño : 550

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 210 h = 550

$t_w$ = 11 $t_f$ = 17,2

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | **$W_{el,z}$** | **$W_{el,y}$** | **$W_{pl,z}$** | **$W_{pl,y}$** |
| 134 | 2440 | 254 | 2780 | 379,2 |

| **$I_z$** | **$I_y$** | **$I_{tor}$** |
|---|---|---|
| 67120 | 2670 | 122 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | **$f_y$** | **$f_u$** |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | ***$l_k$ (m) = β x l*** | **λ** | **$\lambda_E$** | **$\lambda_{adimensional}$** | **Φ** | **X** |
| z-z | 13,18 = 2,20 x 5,99 | 58,88 | 86,81 | 0,68 | 0,78 | 0,858 |
| y-y | 4,49 = 0,75 x 5,99 | 100,7 | 86,81 | 1,16 | 1,34 | 0,500 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(Comb.:3) = 182,85 \times 10^3 / ( 13400 \times 275 / 1,05) + 586,31 \times 10^6 / \{1 \times 2780000 \times 275 / 1,05\} +$

$+ 117109 / ( 379200 \times 275 / 1,05 ) = 0,859$ (225 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3) = 1,16$; $\lambda_y(3) = 101$; $\beta_y(3) = 0,75$

$N_{Rk} = 13400 \times 275 / 1,05 = 350952$ N; $N_{Ed} = -182854$ N

$C_{my} = 0,77$; $C_{mz} = 0,90$; $k_{yz} = 0,819$; $k_{yy} = 1,041$

i(Comb.:3) = 175496 / (0,5 x 12095,54 x 275 / 1,05) + 0,819 x 586312000 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,041x283040 / 379200 x 275 / 1,05 = 0,773 (202 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=4 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,67; $\lambda_z(3)$ =58; $\beta_z(3)$ =2,16; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,31

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -182854 N

$C_{my}$ = 0,77; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 1,041; $k_{zz}$ = 1,023

i(Comb.:3) = 175496 / (0,86 x 12095,54 x 275 / 1,05) + 1,02x586312000 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,041 x 283040 / (379200 x 275 / 1,05) = 0,891 (233 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=4 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 172024 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 7192,52 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 7192,5 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1087587 N Ec.8

i(3) = 172024 / 1087587 = 0,158 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 219,4 N Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 7224 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 7224 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1092347 N

i(14) = 219,4 / 1092347 = 0,0002 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (8): 2,9 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 0,8 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

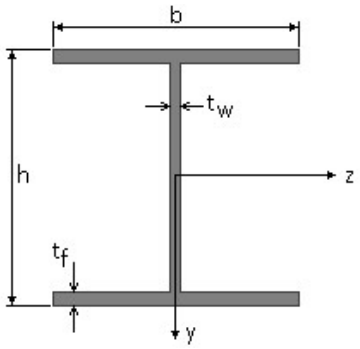
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 89 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 14 %

**Barra : 37**

I HEA. Tamaño : 400

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 300 h = 390

$t_w$ = 11 $t_f$ = 19

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 159 | 2310 | 571 | 2560 | 855 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 45069 | 8564 | 197 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k\ (m) = \beta\ x\ l$ | $\lambda$ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | $\Phi$ | **X** |
| z-z | 7,00 = 1,17 x 6,00 | 41,61 | 86,81 | 0,48 | 0,64 | 0,931 |
| y-y | 6,00 = 1,00 x 6,00 | 81,75 | 86,81 | 0,94 | 1,07 | 0,634 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2{,}6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2{,}6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 191,44 x 10³ / ( 15900 x 275 / 1,05) + 572,76 x $10^6$ / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +

+ 372849 / ( 855000 x 275 / 1,05 ) = 0,902 (236 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3) = 0{,}94$; $\lambda_y(3) = 82$; $\beta_y(3) = 1{,}00$

$N_{Rk} = 15900 \times 275 / 1{,}05 = 416429$ N; $N_{Ed} = -191437$ N

$C_{my} = 0{,}40$; $C_{mz} = 0{,}90$; $k_{yz} = 0{,}411$; $k_{yy} = 0{,}731$

i(Comb.:3) = 201850 / (0,634 x 15900 x 275 / 1,05) + 0,411 x 572755392 / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +
+ 0,731x478415 / 855000 x 275 / 1,05 = 0,429 (112 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,69; $\lambda_z(3)$ =60; $\beta_z(3)$ =1,67; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,94

$N_{Rk}$ = 15900 x 275 / 1,05 = 416429 N; $N_{Ed}$ = -191437 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 0,439; $k_{zz}$ = 0,684

i(Comb.:3) = 201850 / (0,85 x 15900 x 275 / 1,05) + 0,68x572755392 / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +
+ 0,439 x 478415 / (855000 x 275 / 1,05) = 0,642 (168 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 158972 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 5735 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 5735 x 275 / ( √3 x 1,05) = 867194 N Ec.8

i(3) = 158972 / 867194 = 0,183 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 1896,02 N Combinación :11

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 11400 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 11400 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1723803 N

i(11) = 1896,02 / 1723803 = 0,0011 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

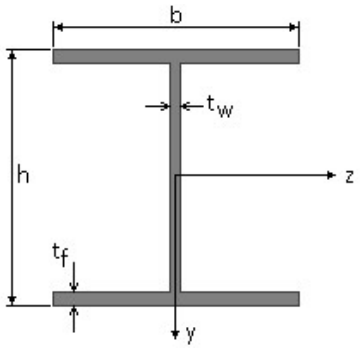
Sección : 0 / 20

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 91 %

**Barra : 38**

I HEA. Tamaño : 400




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 159 | 2310 | 571 | 2560 | 855 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 45069 | 8564 | 197 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

b = 300 h = 390

$t_w$ = 11 $t_f$ = 19

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k\ (m) = \beta\ x\ l$ | λ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | Φ | X |
| z-z | 22,05 = 3,67 x 6,00 | 130,94 | 86,81 | 1,51 | 1,77 | 0,369 |
| y-y | 6,00 = 1,00 x 6,00 | 81,76 | 86,81 | 0,94 | 1,07 | 0,634 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2{,}6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2{,}6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 190,18 x 10³ / ( 15900 x 275 / 1,05) + 576,51 x 10⁶ / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +

+ 362982 / ( 855000 x 275 / 1,05 ) = 0,907 (238 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

### Ec.2 - Pandeo eje y-y (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3)$ =0,94; $\lambda_y(3)$ =82; $\beta_y(3)$ =1,00

$N_{Rk}$ = 15900 x 275 / 1,05 = 416429 N; $N_{Ed}$ = -190178 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{yz}$ = 0,411; $k_{yy}$ = 0,731

i(Comb.:3) = 200591 / (0,634 x 15900 x 275 / 1,05) + 0,411 x 576512448 / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +
+ 0,731x464887 / 855000 x 275 / 1,05 = 0,431 (113 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,69; $\lambda_z(3)$ =60; $\beta_z(3)$ =1,67; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,94

$N_{Rk}$ = 15900 x 275 / 1,05 = 416429 N; $N_{Ed}$ = -190178 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 0,439; $k_{zz}$ = 0,684

i(Comb.:3) = 200591 / (0,85 x 15900 x 275 / 1,05) + 0,68x576512448 / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +
+ 0,439 x 464887 / (855000 x 275 / 1,05) = 0,646 (169 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 162568 N Combinación :8

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 5735 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 5735 x 275 / ( √3 x 1,05) = 867194 N Ec.8

i(8) = 162568 / 867194 = 0,187 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 1803,91 N Combinación :10

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 11400 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 11400 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1723803 N

i(10) = 1803,91 / 1723803 = 0,001 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

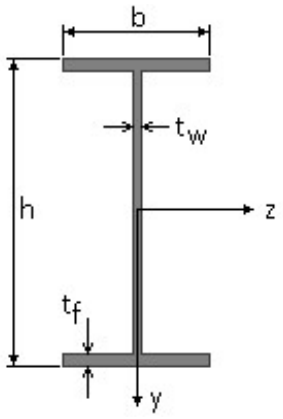
**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 91 %

**Barra : 39**

IPE. Tamaño : 550

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 210 h = 550

$t_w$ = 11 $t_f$ = 17,2

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | **$W_{el,z}$** | **$W_{el,y}$** | **$W_{pl,z}$** | **$W_{pl,y}$** |
| 134 | 2440 | 254 | 2780 | 379,2 |

| **$I_z$** | **$I_y$** | **$I_{tor}$** |
|---|---|---|
| 67120 | 2670 | 122 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | **$f_y$** | **$f_u$** |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | ***$l_k$ (m) = β x l*** | **λ** | **$\lambda_E$** | **$\lambda_{adimensional}$** | **Φ** | **X** |
| z-z | 16,06 = 2,68 x 6,00 | 71,77 | 86,81 | 0,83 | 0,91 | 0,780 |
| y-y | 4,50 = 0,75 x 6,00 | 100,83 | 86,81 | 1,16 | 1,34 | 0,499 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 179,84 x 10³ / ( 13400 x 275 / 1,05) + 572,76 x $10^6$ / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +

+ 64534,18 / ( 379200 x 275 / 1,05 ) = 0,839 (220 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3)$ =1,16; $\lambda_y(3)$ =101; $\beta_y(3)$ =0,75

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -169309 N

$C_{my}$ = 0,99; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{yz}$ = 0,818; $k_{yy}$ = 1,040

i(Comb.:3) = 172468 / (0,499 x 12383,31 x 275 / 1,05) + 0,818 x 572755264 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,04x66199,9 / 379200 x 275 / 1,05 = 0,751 (197 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=4 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,67; $\lambda_z(3)$ =58; $\beta_z(3)$ =2,16; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,94

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -169309 N

$C_{my}$ = 0,99; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 1,040; $k_{zz}$ = 1,023

i(Comb.:3) = 172468 / (0,86 x 12383,31 x 275 / 1,05) + 1,02x572755264 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,040 x 66199,9 / (379200 x 275 / 1,05) = 0,867 (227 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=4 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 169825 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 7192,52 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 7192,5 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1087587 N Ec.8

i(3) = 169825 / 1087587 = 0,156 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 210,95 N Combinación :5

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 7224 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 7224 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1092347 N

i(5) = 210,95 / 1092347 = 0,0002 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (3): 2,7 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 0,8 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

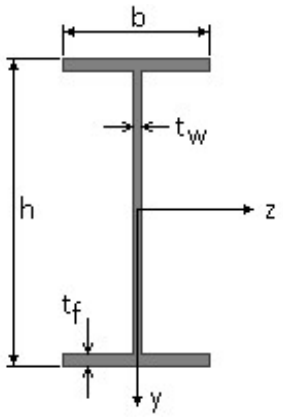
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 87 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 13 %

**Barra : 40**

IPE. Tamaño : 550

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 210 h = 550

$t_w$ = 11 $t_f$ = 17,2

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 134 | 2440 | 254 | 2780 | 379,2 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 67120 | 2670 | 122 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k$ (m) = $\beta$ x $l$ | $\lambda$ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | $\Phi$ | **X** |
| z-z | 18,41 = 3,07 x 6,00 | 82,24 | 86,81 | 0,95 | 1,03 | 0,702 |
| y-y | 4,50 = 0,75 x 6,00 | 100,83 | 86,81 | 1,16 | 1,34 | 0,500 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 160,57 x 10³ / ( 13400 x 275 / 1,05) + 348,23 x $10^6$ / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +

+ 274209 / ( 379200 x 275 / 1,05 ) = 0,527 (138 N/mm²)

Sección : 16 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - Pandeo eje y-y (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3)$ =1,16; $\lambda_y(3)$ =101; $\beta_y(3)$ =0,75

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -158371 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 1,00; $k_{yz}$ = 0,548; $k_{yy}$ = 0,756

i(Comb.:3) = 169346 / (0,5 x 13400 x 275 / 1,05) + 0,548 x 348225024 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 0,756x396325 / 379200 x 275 / 1,05 = 0,361 (95 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,69; $\lambda_z(3)$ =60; $\beta_z(3)$ =2,22; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,94

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -158371 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 1,00; $k_{zy}$ = 0,756; $k_{zz}$ = 0,684

i(Comb.:3) = 169346 / (0,85 x 13400 x 275 / 1,05) + 0,68x348225024 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 0,756 x 396325 / (379200 x 275 / 1,05) = 0,387 (101 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 74272,71 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 7192,52 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 7192,5 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1087587 N Ec.8

i(3) = 74273 / 1087587 = 0,068 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 179,83 N Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 7224 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 7224 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1092347 N

i(14) = 179,83 / 1092347 = 0,0002 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (3): 5 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 1,5 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

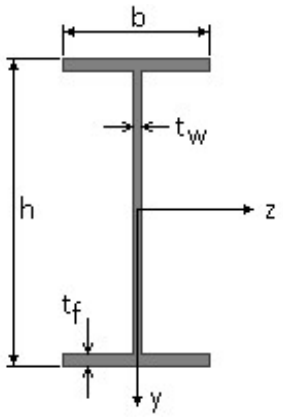
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 53 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 25 %

**Barra : 41**

IPE. Tamaño : 550

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 210 h = 550

$t_w$ = 11 $t_f$ = 17,2

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 134 | 2440 | 254 | 2780 | 379,2 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 67120 | 2670 | 122 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k$ (m) = $\beta$ x $l$ | $\lambda$ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | $\Phi$ | X |
| z-z | 14,38 = 2,40 x 5,99 | 64,25 | 86,81 | 0,74 | 0,83 | 0,828 |
| y-y | 4,49 = 0,75 x 5,99 | 100,69 | 86,81 | 1,16 | 1,34 | 0,500 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 160,63 x 10³ / ( 13400 x 275 / 1,05) + 347,55 x $10^6$ / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +

+ 273993 / ( 379200 x 275 / 1,05 ) = 0,526 (138 N/mm²)

Sección : 4 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3)$ =1,16; $\lambda_y(3)$ =101; $\beta_y(3)$ =0,75

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -169408 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 1,00; $k_{yz}$ = 0,548; $k_{yy}$ = 0,756

i(Comb.:3) = 169408 / (0,5 x 13400 x 275 / 1,05) + 0,548 x 347554080 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 0,756x396007 / 379200 x 275 / 1,05 = 0,361 (95 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,69; $\lambda_z(3)$ =60; $\beta_z(3)$ =2,23; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,94

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -169408 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 1,00; $k_{zy}$ = 0,756; $k_{zz}$ = 0,684

i(Comb.:3) = 169408 / (0,85 x 13400 x 275 / 1,05) + 0,68x347554080 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 0,756 x 396007 / (379200 x 275 / 1,05) = 0,386 (101 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 74709,01 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 7192,52 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 7192,5 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1087587 N Ec.8

i(3) = 74709 / 1087587 = 0,069 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 127,98 N Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 7224 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 7224 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1092347 N

i(14) = 127,98 / 1092347 = 0,0001 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (3): 5 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 1,5 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

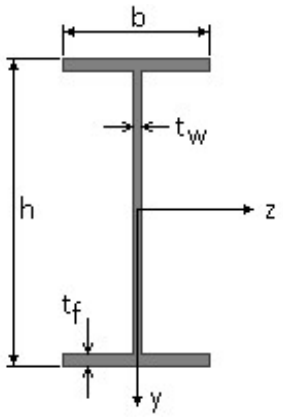
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 53 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 25 %

**Barra : 42**

IPE. Tamaño : 550

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 210 h = 550

$t_w$ = 11 $t_f$ = 17,2

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | **$W_{el,z}$** | **$W_{el,y}$** | **$W_{pl,z}$** | **$W_{pl,y}$** |
| 134 | 2440 | 254 | 2780 | 379,2 |

| **$I_z$** | **$I_y$** | **$I_{tor}$** |
|---|---|---|
| 67120 | 2670 | 122 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | **$f_y$** | **$f_u$** |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | ***$l_k$ (m) = β x l*** | **λ** | **$\lambda_E$** | **$\lambda_{adimensional}$** | **Φ** | **X** |
| z-z | 13,17 = 2,20 x 5,99 | 58,83 | 86,81 | 0,68 | 0,78 | 0,858 |
| y-y | 4,49 = 0,75 x 5,99 | 100,7 | 86,81 | 1,16 | 1,34 | 0,500 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 179,91 x 10³ / ( 13400 x 275 / 1,05) + 576,51 x $10^6$ / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +

+ 61484,21 / ( 379200 x 275 / 1,05 ) = 0,844 (221 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3) = 1,16$; $\lambda_y(3) = 101$; $\beta_y(3) = 0,75$

$N_{Rk} = 13400 \times 275 / 1,05 = 350952$ N; $N_{Ed} = -179911$ N

$C_{my} = 0,96$; $C_{mz} = 0,90$; $k_{yz} = 0,818$; $k_{yy} = 1,040$

i(Comb.:3) = 172535 / (0,5 x 12183,6 x 275 / 1,05) + 0,818 x 576512192 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,04x67620,69 / 379200 x 275 / 1,05 = 0,757 (198 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=4 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,67; $\lambda_z(3)$ =58; $\beta_z(3)$ =2,16; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,94

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -179911 N

$C_{my}$ = 0,96; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 1,040; $k_{zz}$ = 1,023

i(Comb.:3) = 172535 / (0,86 x 12183,6 x 275 / 1,05) + 1,02x576512192 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,040 x 67620,69 / (379200 x 275 / 1,05) = 0,873 (229 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=4 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 170092 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 7192,52 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 7192,5 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1087587 N Ec.8

i(3) = 170092 / 1087587 = 0,156 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 217,08 N Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 7224 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 7224 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1092347 N

i(14) = 217,08 / 1092347 = 0,0002 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (8): 2,9 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 0,8 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

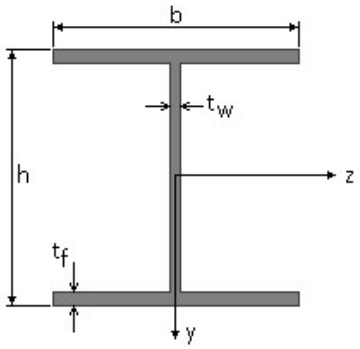
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 88 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 14 %

**Barra : 43**

I HEA. Tamaño : 400

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 300 h = 390

$t_w$ = 11 $t_f$ = 19

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 159 | 2310 | 571 | 2560 | 855 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 45069 | 8564 | 197 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k\ (m) = \beta\ x\ l$ | $\lambda$ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | $\Phi$ | **X** |
| z-z | 6,98 = 1,16 x 6,00 | 41,46 | 86,81 | 0,48 | 0,64 | 0,931 |
| y-y | 6,00 = 1,00 x 6,00 | 81,75 | 86,81 | 0,94 | 1,07 | 0,634 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2{,}6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2{,}6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 191,42 x 10³ / ( 15900 x 275 / 1,05) + 572,73 x 10⁶ / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +

+ 364991 / ( 855000 x 275 / 1,05 ) = 0,902 (236 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3) = 0{,}94$; $\lambda_y(3) = 82$; $\beta_y(3) = 1{,}00$

$N_{Rk} = 15900 \times 275 / 1{,}05 = 416429$ N; $N_{Ed} = -191419$ N

$C_{my} = 0{,}40$; $C_{mz} = 0{,}90$; $k_{yz} = 0{,}411$; $k_{yy} = 0{,}731$

i(Comb.:3) = 201832 / (0,634 x 15900 x 275 / 1,05) + 0,411 x 572732608 / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +
+ 0,731x465650 / 855000 x 275 / 1,05 = 0,429 (112 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,69; $\lambda_z(3)$ =60; $\beta_z(3)$ =1,67; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,94

$N_{Rk}$ = 15900 x 275 / 1,05 = 416429 N; $N_{Ed}$ = -191419 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 0,439; $k_{zz}$ = 0,684

i(Comb.:3) = 201832 / (0,85 x 15900 x 275 / 1,05) + 0,68x572732608 / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +
+ 0,439 x 465650 / (855000 x 275 / 1,05) = 0,642 (168 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 158970 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 5735 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 5735 x 275 / ( √3 x 1,05) = 867194 N Ec.8

i(3) = 158970 / 867194 = 0,183 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 1755,95 N Combinación :11

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 11400 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 11400 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1723803 N

i(11) = 1755,95 / 1723803 = 0,001 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

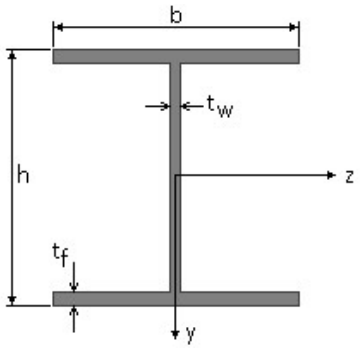
Sección : 0 / 20

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 91 %

**Barra : 44**

I HEA. Tamaño : 400




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 159 | 2310 | 571 | 2560 | 855 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 45069 | 8564 | 197 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

b = 300 h = 390

$t_w$ = 11 $t_f$ = 19

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k$ (m) = $\beta$ x $l$ | $\lambda$ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | $\Phi$ | X |
| z-z | 22,48 = 3,75 x 6,00 | 133,54 | 86,81 | 1,54 | 1,82 | 0,357 |
| y-y | 6,00 = 1,00 x 6,00 | 81,76 | 86,81 | 0,94 | 1,07 | 0,634 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 190,2 x 10³ / ( 15900 x 275 / 1,05) + 576,54 x $10^6$ / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +

+ 370280 / ( 855000 x 275 / 1,05 ) = 0,907 (238 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

### Ec.2 - Pandeo eje y-y (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3)$ =0,94; $\lambda_y(3)$ =82; $\beta_y(3)$ =1,00

$N_{Rk}$ = 15900 x 275 / 1,05 = 416429 N; $N_{Ed}$ = -190197 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{yz}$ = 0,411; $k_{yy}$ = 0,731

i(Comb.:3) = 200609 / (0,634 x 15900 x 275 / 1,05) + 0,411 x 576535360 / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +
+ 0,731x476995 / 855000 x 275 / 1,05 = 0,431 (113 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,69; $\lambda_z(3)$ =60; $\beta_z(3)$ =1,67; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,94

$N_{Rk}$ = 15900 x 275 / 1,05 = 416429 N; $N_{Ed}$ = -190197 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 0,439; $k_{zz}$ = 0,684

i(Comb.:3) = 200609 / (0,85 x 15900 x 275 / 1,05) + 0,68x576535360 / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +
+ 0,439 x 476995 / (855000 x 275 / 1,05) = 0,646 (169 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 162470 N Combinación :8

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 5735 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 5735 x 275 / ( √3 x 1,05) = 867194 N Ec.8

i(8) = 162470 / 867194 = 0,187 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 1672,84 N Combinación :10

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 11400 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 11400 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1723803 N

i(10) = 1672,84 / 1723803 = 0,001 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

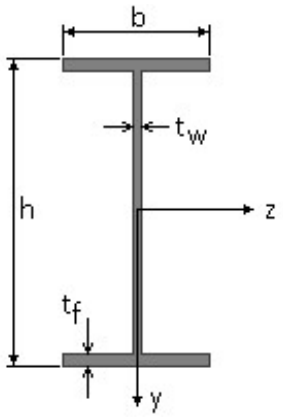
**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 91 %

**Barra : 45**

IPE. Tamaño : 550

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 210 h = 550

$t_w$ = 11 $t_f$ = 17,2

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 134 | 2440 | 254 | 2780 | 379,2 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 67120 | 2670 | 122 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k$ (m) = $\beta$ x $l$ | $\lambda$ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | $\Phi$ | **X** |
| z-z | 16,16 = 2,69 x 6,00 | 72,19 | 86,81 | 0,83 | 0,91 | 0,777 |
| y-y | 4,50 = 0,75 x 6,00 | 100,83 | 86,81 | 1,16 | 1,34 | 0,499 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 179,84 x 10³ / ( 13400 x 275 / 1,05) + 572,73 x $10^6$ / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +

+ 62915,27 / ( 379200 x 275 / 1,05 ) = 0,838 (220 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3)$ =1,16; $\lambda_y(3)$ =101; $\beta_y(3)$ =0,75

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -169306 N

$C_{my}$ = 0,97; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{yz}$ = 0,818; $k_{yy}$ = 1,040

i(Comb.:3) = 172465 / (0,499 x 12381,08 x 275 / 1,05) + 0,818 x 572732352 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,04x67580,41 / 379200 x 275 / 1,05 = 0,751 (197 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=4 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,67; $\lambda_z(3)$ =58; $\beta_z(3)$ =2,16; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,94

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -169306 N

$C_{my}$ = 0,97; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 1,040; $k_{zz}$ = 1,023

i(Comb.:3) = 172465 / (0,86 x 12381,08 x 275 / 1,05) + 1,02x572732352 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,040 x 67580,41 / (379200 x 275 / 1,05) = 0,867 (227 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=4 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 169811 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 7192,52 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 7192,5 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1087587 N Ec.8

i(3) = 169811 / 1087587 = 0,156 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 213,33 N Combinación :5

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 7224 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 7224 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1092347 N

i(5) = 213,33 / 1092347 = 0,0002 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (3): 2,7 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 0,8 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

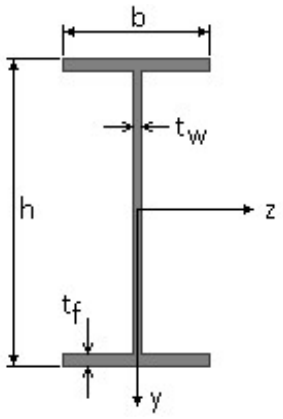
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 87 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 13 %

**Barra : 46**

IPE. Tamaño : 550

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 210 h = 550

$t_w$ = 11 $t_f$ = 17,2

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | **$W_{el,z}$** | **$W_{el,y}$** | **$W_{pl,z}$** | **$W_{pl,y}$** |
| 134 | 2440 | 254 | 2780 | 379,2 |

| **$I_z$** | **$I_y$** | **$I_{tor}$** |
|---|---|---|
| 67120 | 2670 | 122 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | **$f_y$** | **$f_u$** |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | ***$l_k$ (m) = β x l*** | **λ** | **$\lambda_E$** | **$\lambda_{adimensional}$** | **Φ** | **X** |
| z-z | 18,56 = 3,09 x 6,00 | 82,94 | 86,81 | 0,96 | 1,04 | 0,697 |
| y-y | 4,50 = 0,75 x 6,00 | 100,83 | 86,81 | 1,16 | 1,34 | 0,500 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(Comb.:3) = 160,57 \times 10^3 / ( 13400 \times 275 / 1,05) + 348,21 \times 10^6 / \{1 \times 2780000 \times 275 / 1,05\} +$

$+ 273637 / ( 379200 \times 275 / 1,05 ) = 0,527$ (138 N/mm²)

Sección : 16 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3) = 1,16$; $\lambda_y(3) = 101$; $\beta_y(3) = 0,75$

$N_{Rk} = 13400 \times 275 / 1,05 = 350952$ N; $N_{Ed} = -158372$ N

$C_{my} = 0,40$; $C_{mz} = 1,00$; $k_{yz} = 0,548$; $k_{yy} = 0,756$

i(Comb.:3) = 169347 / (0,5 x 13400 x 275 / 1,05) + 0,548 x 348212128 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 0,756x395371 / 379200 x 275 / 1,05 = 0,361 (95 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,69; $\lambda_z(3)$ =60; $\beta_z(3)$ =2,22; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,94

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -158372 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 1,00; $k_{zy}$ = 0,756; $k_{zz}$ = 0,684

i(Comb.:3) = 169347 / (0,85 x 13400 x 275 / 1,05) + 0,68x348212128 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 0,756 x 395371 / (379200 x 275 / 1,05) = 0,387 (101 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 74282,93 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 7192,52 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 7192,5 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1087587 N Ec.8

i(3) = 74283 / 1087587 = 0,068 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 204,25 N Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 7224 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 7224 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1092347 N

i(14) = 204,25 / 1092347 = 0,0002 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (3): 5 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 1,5 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

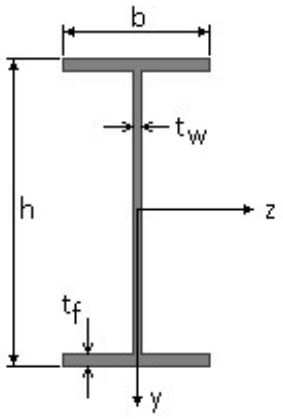
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 53 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 25 %

**Barra : 47**

IPE. Tamaño : 550

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 210 h = 550

$t_w$ = 11 $t_f$ = 17,2

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 134 | 2440 | 254 | 2780 | 379,2 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 67120 | 2670 | 122 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k$ (m) = $\beta$ x $l$ | $\lambda$ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | $\Phi$ | X |
| z-z | 14,42 = 2,41 x 5,99 | 64,43 | 86,81 | 0,74 | 0,83 | 0,827 |
| y-y | 4,49 = 0,75 x 5,99 | 100,69 | 86,81 | 1,16 | 1,34 | 0,500 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 160,63 x 10³ / ( 13400 x 275 / 1,05) + 347,57 x $10^6$ / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +

+ 274440 / ( 379200 x 275 / 1,05 ) = 0,526 (138 N/mm²)

Sección : 4 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3)$ =1,16; $\lambda_y(3)$ =101; $\beta_y(3)$ =0,75

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -169407 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 1,00; $k_{yz}$ = 0,548; $k_{yy}$ = 0,756

i(Comb.:3) = 169407 / (0,5 x 13400 x 275 / 1,05) + 0,548 x 347567456 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 0,756x396780 / 379200 x 275 / 1,05 = 0,361 (95 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,69; $\lambda_z(3)$ =60; $\beta_z(3)$ =2,23; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,94

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -169407 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 1,00; $k_{zy}$ = 0,756; $k_{zz}$ = 0,684

i(Comb.:3) = 169407 / (0,85 x 13400 x 275 / 1,05) + 0,68x347567456 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 0,756 x 396780 / (379200 x 275 / 1,05) = 0,386 (101 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 74698,93 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 7192,52 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 7192,5 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1087587 N Ec.8

i(3) = 74699 / 1087587 = 0,069 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 146,94 N Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 7224 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 7224 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1092347 N

i(14) = 146,94 / 1092347 = 0,0001 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (3): 5 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 1,5 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

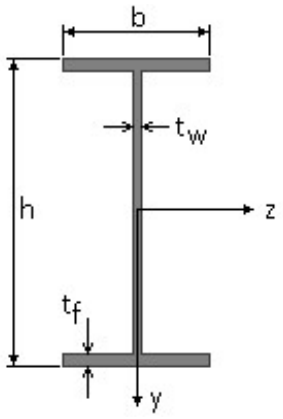
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 53 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 25 %

**Barra : 48**

IPE. Tamaño : 550

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 210 h = 550

$t_w$ = 11 $t_f$ = 17,2

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | **$W_{el,z}$** | **$W_{el,y}$** | **$W_{pl,z}$** | **$W_{pl,y}$** |
| 134 | 2440 | 254 | 2780 | 379,2 |

| **$I_z$** | **$I_y$** | **$I_{tor}$** |
|---|---|---|
| 67120 | 2670 | 122 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | **$f_y$** | **$f_u$** |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | ***$l_k$ (m) = β x l*** | **λ** | **$\lambda_E$** | **$\lambda_{adimensional}$** | **Φ** | **X** |
| z-z | 13,19 = 2,20 x 5,99 | 58,94 | 86,81 | 0,68 | 0,78 | 0,857 |
| y-y | 4,49 = 0,75 x 5,99 | 100,7 | 86,81 | 1,16 | 1,34 | 0,500 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 179,91 x 10³ / ( 13400 x 275 / 1,05) + 576,54 x $10^6$ / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +

+ 63035,54 / ( 379200 x 275 / 1,05 ) = 0,844 (221 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3)$ =1,16; $\lambda_y(3)$ =101; $\beta_y(3)$ =0,75

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -179914 N

$C_{my}$ = 0,98; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{yz}$ = 0,818; $k_{yy}$ = 1,040

i(Comb.:3) = 172538 / (0,5 x 12185,96 x 275 / 1,05) + 0,818 x 576535232 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,04x66208,61 / 379200 x 275 / 1,05 = 0,757 (198 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=4 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,67; $\lambda_z(3)$ =58; $\beta_z(3)$ =2,16; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,94

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -179914 N

$C_{my}$ = 0,98; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 1,040; $k_{zz}$ = 1,023

i(Comb.:3) = 172538 / (0,86 x 12185,96 x 275 / 1,05) + 1,02x576535232 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,040 x 66208,61 / (379200 x 275 / 1,05) = 0,873 (229 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=4 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 170106 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 7192,52 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 7192,5 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1087587 N Ec.8

i(3) = 170106 / 1087587 = 0,156 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 214,38 N Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 7224 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 7224 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1092347 N

i(14) = 214,38 / 1092347 = 0,0002 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (8): 2,9 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 0,8 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

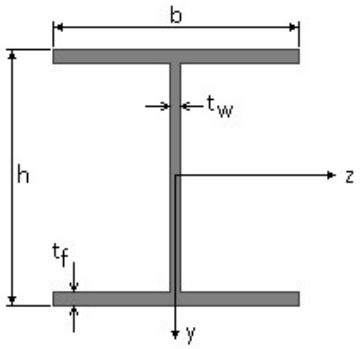
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 88 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 14 %

**Barra : 49**

I HEA. Tamaño : 400

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 300 h = 390

$t_w$ = 11 $t_f$ = 19

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 159 | 2310 | 571 | 2560 | 855 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 45069 | 8564 | 197 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k$ (m) = $\beta$ x $l$ | $\lambda$ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | $\Phi$ | **X** |
| z-z | 7,02 = 1,17 x 6,00 | 41,7 | 86,81 | 0,48 | 0,64 | 0,930 |
| y-y | 6,00 = 1,00 x 6,00 | 81,75 | 86,81 | 0,94 | 1,07 | 0,634 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 193,64 x 10³ / ( 15900 x 275 / 1,05) + 582,48 x $10^6$ / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +

+ 1090827 / ( 855000 x 275 / 1,05 ) = 0,920 (241 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - Pandeo eje y-y (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3)$ =0,94; $\lambda_y(3)$ =82; $\beta_y(3)$ =1,00

$N_{Rk}$ = 15900 x 275 / 1,05 = 416429 N; $N_{Ed}$ = -193636 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{yz}$ = 0,411; $k_{yy}$ = 0,732

i(Comb.:3) = 204049 / (0,634 x 15900 x 275 / 1,05) + 0,411 x 582480896 / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +
+ 0,732x1404676 / 855000 x 275 / 1,05 = 0,439 (115 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,69; $\lambda_z(3)$ =60; $\beta_z(3)$ =1,67; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,31

$N_{Rk}$ = 15900 x 275 / 1,05 = 416429 N; $N_{Ed}$ = -193636 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 0,439; $k_{zz}$ = 0,685

i(Comb.:3) = 204049 / (0,85 x 15900 x 275 / 1,05) + 0,68x582480896 / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +
+ 0,439 x 1404676 / (855000 x 275 / 1,05) = 0,655 (172 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 161698 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 5735 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 5735 x 275 / ( √3 x 1,05) = 867194 N Ec.8

i(3) = 161698 / 867194 = 0,186 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 1675,3 N Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 11400 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 11400 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1723803 N

i(14) = 1675,3 / 1723803 = 0,001 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

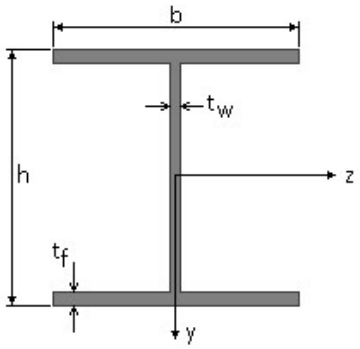
Sección : 0 / 20

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 93 %

**Barra : 50**

I HEA. Tamaño : 400




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 159 | 2310 | 571 | 2560 | 855 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 45069 | 8564 | 197 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

b = 300 h = 390

$t_w$ = 11 $t_f$ = 19

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k\ (m) = \beta\ x\ l$ | λ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | Φ | X |
| z-z | 21,78 = 3,63 x 6,00 | 129,35 | 86,81 | 1,49 | 1,75 | 0,377 |
| y-y | 6,00 = 1,00 x 6,00 | 81,76 | 86,81 | 0,94 | 1,07 | 0,634 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2{,}6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2{,}6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 192,33 x 10³ / ( 15900 x 275 / 1,05) + 586,25 x 10⁶ / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +

+ 1095872 / ( 855000 x 275 / 1,05 ) = 0,925 (242 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3) = 0{,}94$; $\lambda_y(3) = 82$; $\beta_y(3) = 1{,}00$

$N_{Rk} = 15900 \times 275 / 1{,}05 = 416429$ N; $N_{Ed} = -192327$ N

$C_{my} = 0{,}40$; $C_{mz} = 0{,}90$; $k_{yz} = 0{,}411$; $k_{yy} = 0{,}732$

i(Comb.:3) = 202739 / (0,634 x 15900 x 275 / 1,05) + 0,411 x 586246848 / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +
+ 0,732x1416029 / 855000 x 275 / 1,05 = 0,441 (115 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,69; $\lambda_z(3)$ =60; $\beta_z(3)$ =1,68; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,31

$N_{Rk}$ = 15900 x 275 / 1,05 = 416429 N; $N_{Ed}$ = -192327 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 0,439; $k_{zz}$ = 0,685

i(Comb.:3) = 202739 / (0,85 x 15900 x 275 / 1,05) + 0,68x586246848 / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +
+ 0,439 x 1416029 / (855000 x 275 / 1,05) = 0,659 (172 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 165054 N Combinación :8

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 5735 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 5735 x 275 / ( √3 x 1,05) = 867194 N Ec.8

i(8) = 165054 / 867194 = 0,19 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 1598,63 N Combinación :13

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 11400 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 11400 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1723803 N

i(13) = 1598,63 / 1723803 = 0,0009 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

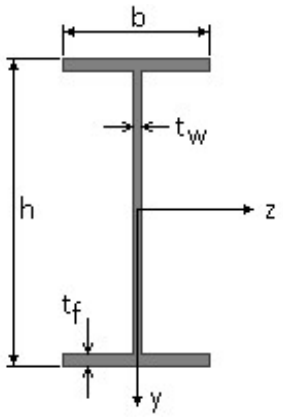
**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 93 %

**Barra : 51**

IPE. Tamaño : 550

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 210 h = 550

$t_w$ = 11 $t_f$ = 17,2

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 134 | 2440 | 254 | 2780 | 379,2 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 67120 | 2670 | 122 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k$ (m) = $\beta$ x $l$ | $\lambda$ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | $\Phi$ | **X** |
| z-z | 16,03 = 2,67 x 6,00 | 71,63 | 86,81 | 0,83 | 0,91 | 0,781 |
| y-y | 4,50 = 0,75 x 6,00 | 100,83 | 86,81 | 1,16 | 1,34 | 0,499 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 182,78 x 10³ / ( 13400 x 275 / 1,05) + 582,48 x $10^6$ / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +

+ 122415 / ( 379200 x 275 / 1,05 ) = 0,853 (223 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3)$ =1,16; $\lambda_y(3)$ =101; $\beta_y(3)$ =0,75

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -172274 N

$C_{my}$ = 0,77; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{yz}$ = 0,819; $k_{yy}$ = 1,041

i(Comb.:3) = 175425 / (0,499 x 12274,71 x 275 / 1,05) + 0,819 x 582481344 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,041x282421 / 379200 x 275 / 1,05 = 0,767 (201 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=4 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,67; $\lambda_z(3)$ =58; $\beta_z(3)$ =2,15; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,31

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -172274 N

$C_{my}$ = 0,77; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 1,041; $k_{zz}$ = 1,023

i(Comb.:3) = 175425 / (0,86 x 12274,71 x 275 / 1,05) + 1,02x582481344 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,041 x 282421 / (379200 x 275 / 1,05) = 0,885 (232 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=4 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 171731 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 7192,52 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 7192,5 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1087587 N Ec.8

i(3) = 171731 / 1087587 = 0,158 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 213,97 N Combinación :13

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 7224 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 7224 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1092347 N

i(13) = 213,97 / 1092347 = 0,0002 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (3): 2,8 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 0,8 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

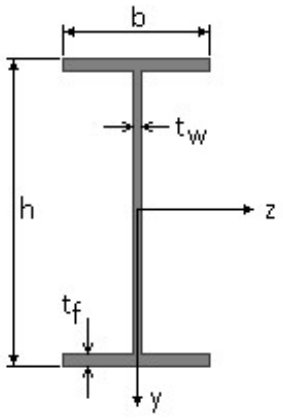
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 89 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 14 %

**Barra : 52**

IPE. Tamaño : 550

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 210 h = 550

$t_w$ = 11 $t_f$ = 17,2

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 134 | 2440 | 254 | 2780 | 379,2 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 67120 | 2670 | 122 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k$ (m) = $\beta$ x $l$ | $\lambda$ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | $\Phi$ | **X** |
| z-z | 18,35 = 3,06 x 6,00 | 81,99 | 86,81 | 0,94 | 1,02 | 0,704 |
| y-y | 4,50 = 0,75 x 6,00 | 100,83 | 86,81 | 1,16 | 1,34 | 0,500 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(Comb.:3) = 163,04 \times 10^3 / ( 13400 \times 275 / 1,05) + 357,26 \times 10^6 / \{1 \times 2780000 \times 275 / 1,05\} +$

$+ 906594 / ( 379200 \times 275 / 1,05 ) = 0,546$ (143 N/mm²)

Sección : 17 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3) = 1,16$; $\lambda_y(3) = 101$; $\beta_y(3) = 0,75$

$N_{Rk} = 13400 \times 275 / 1,05 = 350952$ N; $N_{Ed} = -161397$ N

$C_{my} = 0,40$; $C_{mz} = 1,00$; $k_{yz} = 0,548$; $k_{yy} = 0,758$

i(Comb.:3) = 172355 / (0,5 x 13400 x 275 / 1,05) + 0,548 x 357378080 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 0,758x1169015 / 379200 x 275 / 1,05 = 0,376 (98 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,69; $\lambda_z(3)$ =60; $\beta_z(3)$ =2,22; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,31

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -161397 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 1,00; $k_{zy}$ = 0,758; $k_{zz}$ = 0,685

i(Comb.:3) = 172355 / (0,85 x 13400 x 275 / 1,05) + 0,68x357378080 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 0,758 x 1169015 / (379200 x 275 / 1,05) = 0,402 (105 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 75825,17 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 7192,52 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 7192,5 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1087587 N Ec.8

i(3) = 75825 / 1087587 = 0,07 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 304,75 N Combinación :8

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 7224 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 7224 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1092347 N

i(8) = 304,75 / 1092347 = 0,0003 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (3): 5,1 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 1,5 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

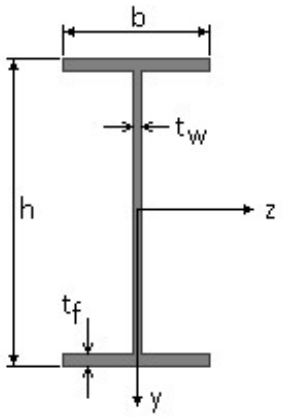
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 55 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 25 %

**Barra : 53**

IPE. Tamaño : 550

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 210 h = 550

$t_w$ = 11 $t_f$ = 17,2

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | **$W_{el,z}$** | **$W_{el,y}$** | **$W_{pl,z}$** | **$W_{pl,y}$** |
| 134 | 2440 | 254 | 2780 | 379,2 |

| **$I_z$** | **$I_y$** | **$I_{tor}$** |
|---|---|---|
| 67120 | 2670 | 122 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | **$f_y$** | **$f_u$** |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | ***$l_k$ (m) = β x l*** | **λ** | **$\lambda_E$** | **$\lambda_{adimensional}$** | **Φ** | **X** |
| z-z | 14,36 = 2,40 x 5,99 | 64,18 | 86,81 | 0,74 | 0,83 | 0,829 |
| y-y | 4,49 = 0,75 x 5,99 | 100,69 | 86,81 | 1,16 | 1,34 | 0,500 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 163,11 x 10³ / ( 13400 x 275 / 1,05) + 356,73 x $10^6$ / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +

+ 907288 / ( 379200 x 275 / 1,05 ) = 0,546 (143 N/mm²)

Sección : 3 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

### Ec.2 - Pandeo eje y-y (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3)$ =1,16; $\lambda_y(3)$ =101; $\beta_y(3)$ =0,75

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -172419 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 1,00; $k_{yz}$ = 0,548; $k_{yy}$ = 0,758

i(Comb.:3) = 172419 / (0,5 x 13400 x 275 / 1,05) + 0,548 x 356733152 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 0,758x1170209 / 379200 x 275 / 1,05 = 0,375 (98 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,69; $\lambda_z(3)$ =60; $\beta_z(3)$ =2,22; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,31

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -172419 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 1,00; $k_{zy}$ = 0,758; $k_{zz}$ = 0,685

i(Comb.:3) = 172419 / (0,85 x 13400 x 275 / 1,05) + 0,68x356733152 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 0,758 x 1170209 / (379200 x 275 / 1,05) = 0,402 (105 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 76288,6 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 7192,52 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 7192,5 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1087587 N Ec.8

i(3) = 76289 / 1087587 = 0,07 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 308,79 N Combinación :8

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 7224 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 7224 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1092347 N

i(8) = 308,79 / 1092347 = 0,0003 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (3): 5,1 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 1,5 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

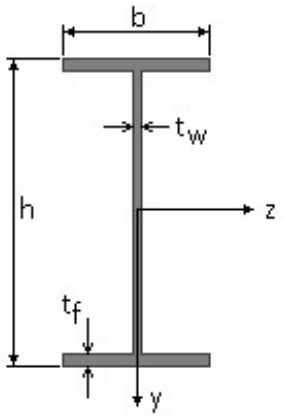
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 55 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 25 %

**Barra : 54**

IPE. Tamaño : 550

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 210 h = 550

$t_w$ = 11 $t_f$ = 17,2

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | **$W_{el,z}$** | **$W_{el,y}$** | **$W_{pl,z}$** | **$W_{pl,y}$** |
| 134 | 2440 | 254 | 2780 | 379,2 |

| **$I_z$** | **$I_y$** | **$I_{tor}$** |
|---|---|---|
| 67120 | 2670 | 122 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | **$f_y$** | **$f_u$** |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | ***$l_k$ (m) = β x l*** | **λ** | **$\lambda_E$** | **$\lambda_{adimensional}$** | **Φ** | **X** |
| z-z | 13,14 = 2,19 x 5,99 | 58,7 | 86,81 | 0,68 | 0,78 | 0,859 |
| y-y | 4,49 = 0,75 x 5,99 | 100,7 | 86,81 | 1,16 | 1,34 | 0,500 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 182,85 x 10³ / ( 13400 x 275 / 1,05) + 586,25 x $10^6$ / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +

+ 117327 / ( 379200 x 275 / 1,05 ) = 0,858 (225 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - Pandeo eje y-y (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3)$ =1,16; $\lambda_y(3)$ =101; $\beta_y(3)$ =0,75

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -182847 N

$C_{my}$ = 0,77; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{yz}$ = 0,819; $k_{yy}$ = 1,041

i(Comb.:3) = 175489 / (0,5 x 12103,86 x 275 / 1,05) + 0,819 x 586247168 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,041x282508 / 379200 x 275 / 1,05 = 0,773 (202 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=4 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,67; $\lambda_z(3)$ =58; $\beta_z(3)$ =2,16; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,31

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -182847 N

$C_{my}$ = 0,77; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 1,041; $k_{zz}$ = 1,023

i(Comb.:3) = 175489 / (0,86 x 12103,86 x 275 / 1,05) + 1,02x586247168 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,041 x 282508 / (379200 x 275 / 1,05) = 0,891 (233 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=4 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 171978 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 7192,52 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 7192,5 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1087587 N Ec.8

i(3) = 171978 / 1087587 = 0,158 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 216,65 N Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 7224 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 7224 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1092347 N

i(14) = 216,65 / 1092347 = 0,0002 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (8): 2,9 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 0,8 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

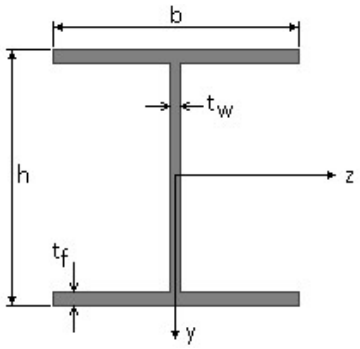
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 89 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 14 %

## Proyecto : NAVE BOMBONES
## Estructura : NAVE 4
**COMPROBACION DE BARRAS.**

**Barra : 55**

I HEA. Tamaño : 400




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 159 | 2310 | 571 | 2560 | 855 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 45069 | 8564 | 197 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

b = 300 h = 390

$t_w$ = 11 $t_f$ = 19

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k\ (m) = \beta\ x\ l$ | **λ** | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | **Φ** | **X** |
| z-z | 7,11 = 1,18 x 6,00 | 42,21 | 86,81 | 0,49 | 0,65 | 0,929 |
| y-y | 6,00 = 1,00 x 6,00 | 81,75 | 86,81 | 0,94 | 1,07 | 0,634 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 191,95 x 10³ / ( 15900 x 275 / 1,05) + 572,26 x $10^6$ / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +

+ 2004312 / ( 855000 x 275 / 1,05 ) = 0,909 (238 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3) = 0,94$; $\lambda_y(3) = 82$; $\beta_y(3) = 1,00$

$N_{Rk}$ = 15900 x 275 / 1,05 = 416429 N; $N_{Ed}$ = -191953 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{yz}$ = 0,411; $k_{yy}$ = 0,731

i(Comb.:3) = 202366 / (0,634 x 15900 x 275 / 1,05) + 0,411 x 572263168 / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +
+ 0,731x2440608 / 855000 x 275 / 1,05 = 0,435 (114 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,69; $\lambda_z(3)$ =60; $\beta_z(3)$ =1,67; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,87

$N_{Rk}$ = 15900 x 275 / 1,05 = 416429 N; $N_{Ed}$ = -191953 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 0,439; $k_{zz}$ = 0,684

i(Comb.:3) = 202366 / (0,85 x 15900 x 275 / 1,05) + 0,68x572263168 / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +
+ 0,439 x 2440608 / (855000 x 275 / 1,05) = 0,646 (169 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 158734 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 5735 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 5735 x 275 / ( √3 x 1,05) = 867194 N Ec.8

i(3) = 158734 / 867194 = 0,183 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 1790,63 N Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 11400 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 11400 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1723803 N

i(14) = 1790,63 / 1723803 = 0,001 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

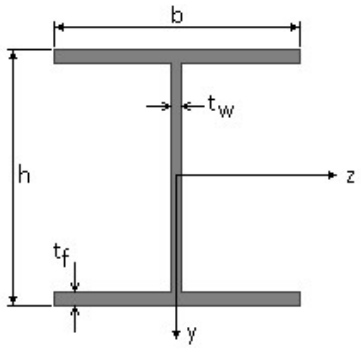
**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 91 %

**Barra : 56**

I HEA. Tamaño : 400

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 300 h = 390

$t_w$ = 11 $t_f$ = 19

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 159 | 2310 | 571 | 2560 | 855 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 45069 | 8564 | 197 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k\ (m) = \beta\ x\ l$ | $\lambda$ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | $\Phi$ | **X** |
| z-z | 20,10 = 3,35 x 6,00 | 119,39 | 86,81 | 1,38 | 1,57 | 0,430 |
| y-y | 6,00 = 1,00 x 6,00 | 81,76 | 86,81 | 0,94 | 1,07 | 0,634 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2{,}6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2{,}6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 190,74 x 10³ / ( 15900 x 275 / 1,05) + 576,07 x $10^6$ / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +

+ 1979671 / ( 855000 x 275 / 1,05 ) = 0,914 (239 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - Pandeo eje y-y (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3)$ =0,94; $\lambda_y(3)$ =82; $\beta_y(3)$ =1,00

$N_{Rk}$ = 15900 x 275 / 1,05 = 416429 N; $N_{Ed}$ = -190736 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{yz}$ = 0,411; $k_{yy}$ = 0,731

i(Comb.:3) = 201149 / (0,634 x 15900 x 275 / 1,05) + 0,411 x 576067136 / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +
+ 0,731x2437267 / 855000 x 275 / 1,05 = 0,437 (114 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,69; $\lambda_z(3)$ =60; $\beta_z(3)$ =1,67; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,87

$N_{Rk}$ = 15900 x 275 / 1,05 = 416429 N; $N_{Ed}$ = -190736 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 0,439; $k_{zz}$ = 0,684

i(Comb.:3) = 201149 / (0,85 x 15900 x 275 / 1,05) + 0,68x576067136 / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +
+ 0,439 x 2437267 / (855000 x 275 / 1,05) = 0,649 (170 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 162963 N Combinación :8

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 5735 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 5735 x 275 / ( √3 x 1,05) = 867194 N Ec.8

i(8) = 162963 / 867194 = 0,188 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 1697,85 N Combinación :13

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 11400 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 11400 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1723803 N

i(13) = 1697,85 / 1723803 = 0,001 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

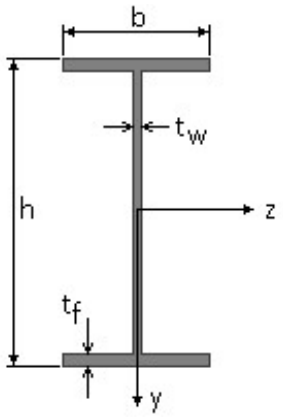
**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 92 %

**Barra : 57**

IPE. Tamaño : 550

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 210 h = 550

$t_w$ = 11 $t_f$ = 17,2

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 134 | 2440 | 254 | 2780 | 379,2 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 67120 | 2670 | 122 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k$ (m) = $\beta$ x $l$ | $\lambda$ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | $\Phi$ | X |
| z-z | 15,65 = 2,61 x 6,00 | 69,92 | 86,81 | 0,81 | 0,89 | 0,793 |
| y-y | 4,50 = 0,75 x 6,00 | 100,83 | 86,81 | 1,16 | 1,34 | 0,499 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 179,95 x 10³ / ( 13400 x 275 / 1,05) + 572,27 x $10^6$ / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +

+ 271676 / ( 379200 x 275 / 1,05 ) = 0,840 (220 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3)$ =1,16; $\lambda_y(3)$ =101; $\beta_y(3)$ =0,75

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -169427 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{yz}$ = 0,818; $k_{yy}$ = 1,040

i(Comb.:3) = 172585 / (0,499 x 12576,82 x 275 / 1,05) + 0,818 x 572266688 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,04x475956 / 379200 x 275 / 1,05 = 0,753 (197 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=4 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,67; $\lambda_z(3)$ =58; $\beta_z(3)$ =2,16; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,87

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -169427 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 1,040; $k_{zz}$ = 1,023

i(Comb.:3) = 172585 / (0,86 x 12576,82 x 275 / 1,05) + 1,02x572266688 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,040 x 475956 / (379200 x 275 / 1,05) = 0,870 (228 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=4 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 170496 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 7192,52 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 7192,5 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1087587 N Ec.8

i(3) = 170496 / 1087587 = 0,157 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 199,31 N Combinación :5

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 7224 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 7224 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1092347 N

i(5) = 199,31 / 1092347 = 0,0002 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (3): 2,7 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 0,8 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

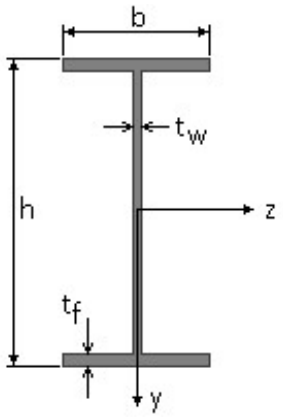
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 87 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 13 %

**Barra : 58**

IPE. Tamaño : 550

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 210 h = 550

$t_w$ = 11 $t_f$ = 17,2

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 134 | 2440 | 254 | 2780 | 379,2 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 67120 | 2670 | 122 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k$ (m) = $\beta$ x $l$ | $\lambda$ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | $\Phi$ | **X** |
| z-z | 17,68 = 2,95 x 6,00 | 79 | 86,81 | 0,91 | 0,99 | 0,727 |
| y-y | 4,50 = 0,75 x 6,00 | 100,83 | 86,81 | 1,16 | 1,34 | 0,500 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 161,22 x 10³ / ( 13400 x 275 / 1,05) + 341,88 x $10^6$ / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +

+ 88969,83 / ( 379200 x 275 / 1,05 ) = 0,516 (135 N/mm²)

Sección : 15 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3)$ =1,16; $\lambda_y(3)$ =101; $\beta_y(3)$ =0,75

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -160672 N

$C_{my}$ = 0,73; $C_{mz}$ = 1,00; $k_{yz}$ = 0,548; $k_{yy}$ = 0,756

i(Comb.:3) = 169453 / (0,5 x 13400 x 275 / 1,05) + 0,548 x 342013856 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 0,756x186329 / 379200 x 275 / 1,05 = 0,355 (93 N/mm²)
Sección : 16 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,69; $\lambda_z(3)$ =60; $\beta_z(3)$ =2,22; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,87

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -160672 N

$C_{my}$ = 0,73; $C_{mz}$ = 1,00; $k_{zy}$ = 0,756; $k_{zz}$ = 0,684

i(Comb.:3) = 169453 / (0,85 x 13400 x 275 / 1,05) + 0,68x342013856 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 0,756 x 186329 / (379200 x 275 / 1,05) = 0,380 (99 N/mm²)
Sección : 16 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 72043,41 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 7192,52 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 7192,5 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1087587 N Ec.8

i(3) = 72043 / 1087587 = 0,066 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 271,73 N Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 7224 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 7224 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1092347 N

i(14) = 271,73 / 1092347 = 0,0002 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (3): 5 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 1,5 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

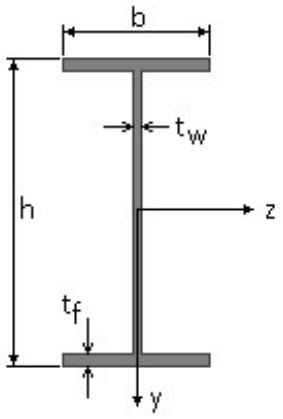
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 52 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 25 %

**Barra : 59**

IPE. Tamaño : 550

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 210 h = 550

$t_w$ = 11 $t_f$ = 17,2

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 134 | 2440 | 254 | 2780 | 379,2 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 67120 | 2670 | 122 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k$ (m) = $\beta$ x $l$ | $\lambda$ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | $\Phi$ | **X** |
| z-z | 14,23 = 2,37 x 5,99 | 63,56 | 86,81 | 0,73 | 0,82 | 0,832 |
| y-y | 4,49 = 0,75 x 5,99 | 100,69 | 86,81 | 1,16 | 1,34 | 0,500 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 160,73 x 10³ / ( 13400 x 275 / 1,05) + 341,27 x $10^6$ / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +

+ 81965,88 / ( 379200 x 275 / 1,05 ) = 0,515 (135 N/mm²)

Sección : 4 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

### Ec.2 - Pandeo eje y-y (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3)$ =1,16; $\lambda_y(3)$ =101; $\beta_y(3)$ =0,75

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -169510 N

$C_{my}$ = 0,72; $C_{mz}$ = 1,00; $k_{yz}$ = 0,548; $k_{yy}$ = 0,756

i(Comb.:3) = 169510 / (0,5 x 13400 x 275 / 1,05) + 0,548 x 341266752 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 0,756x191933 / 379200 x 275 / 1,05 = 0,355 (93 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,69; $\lambda_z(3)$ =60; $\beta_z(3)$ =2,23; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,87

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -169510 N

$C_{my}$ = 0,72; $C_{mz}$ = 1,00; $k_{zy}$ = 0,756; $k_{zz}$ = 0,684

i(Comb.:3) = 169510 / (0,85 x 13400 x 275 / 1,05) + 0,68x341266752 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 0,756 x 191933 / (379200 x 275 / 1,05) = 0,379 (99 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 72439,52 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 7192,52 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 7192,5 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1087587 N Ec.8

i(3) = 72440 / 1087587 = 0,067 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 205,48 N Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 7224 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 7224 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1092347 N

i(14) = 205,48 / 1092347 = 0,0002 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (3): 4,9 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 1,5 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

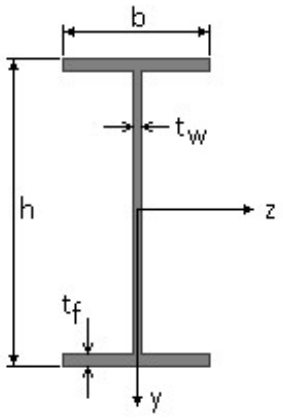
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 52 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 24 %

**Barra : 60**

IPE. Tamaño : 550

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 210 h = 550

$t_w$ = 11 $t_f$ = 17,2

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | **$W_{el,z}$** | **$W_{el,y}$** | **$W_{pl,z}$** | **$W_{pl,y}$** |
| 134 | 2440 | 254 | 2780 | 379,2 |

| **$I_z$** | **$I_y$** | **$I_{tor}$** |
|---|---|---|
| 67120 | 2670 | 122 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | **$f_y$** | **$f_u$** |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | ***$l_k$ (m) = β x l*** | **λ** | **$\lambda_E$** | **$\lambda_{adimensional}$** | **Φ** | **X** |
| z-z | 13,21 = 2,20 x 5,99 | 59,01 | 86,81 | 0,68 | 0,78 | 0,857 |
| y-y | 4,49 = 0,75 x 5,99 | 100,7 | 86,81 | 1,16 | 1,34 | 0,500 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(Comb.:3) = 180,03 \times 10^3 / ( 13400 \times 275 / 1,05) + 576,07 \times 10^6 / \{1 \times 2780000 \times 275 / 1,05\} +$

$+ 281288 / ( 379200 \times 275 / 1,05 ) = 0,845$ (221 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3) = 1,16$; $\lambda_y(3) = 101$; $\beta_y(3) = 0,75$

$N_{Rk} = 13400 \times 275 / 1,05 = 350952$ N; $N_{Ed} = -180030$ N

$C_{my} = 0,40$; $C_{mz} = 0,90$; $k_{yz} = 0,818$; $k_{yy} = 1,040$

i(Comb.:3) = 172657 / (0,5 x 12390,54 x 275 / 1,05) + 0,818 x 576069568 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,04x476399 / 379200 x 275 / 1,05 = 0,759 (199 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=4 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,67; $\lambda_z(3)$ =58; $\beta_z(3)$ =2,16; $\alpha_{Crít}(3)$ = 45,87

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -180030 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 1,040; $k_{zz}$ = 1,023

i(Comb.:3) = 172657 / (0,86 x 12390,54 x 275 / 1,05) + 1,02x576069568 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,040 x 476399 / (379200 x 275 / 1,05) = 0,876 (229 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=4 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 170783 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 7192,52 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 7192,5 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1087587 N Ec.8

i(3) = 170783 / 1087587 = 0,157 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 241,25 N Combinación :13

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 7224 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 7224 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1092347 N

i(13) = 241,25 / 1092347 = 0,0002 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (8): 2,9 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 0,8 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

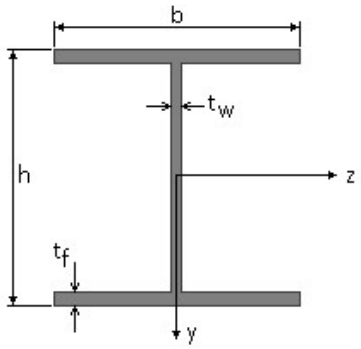
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 88 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 14 %

**Barra : 61**

I HEA. Tamaño : 400

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 300 h = 390

$t_w$ = 11 $t_f$ = 19

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 159 | 2310 | 571 | 2560 | 855 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 45069 | 8564 | 197 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k\ (m) = \beta\ x\ l$ | $\lambda$ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | $\Phi$ | **X** |
| z-z | 7,42 = 1,24 x 6,00 | 44,06 | 86,81 | 0,51 | 0,66 | 0,922 |
| y-y | 6,00 = 1,00 x 6,00 | 81,75 | 86,81 | 0,94 | 1,07 | 0,634 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 151,95 x 10³ / ( 15900 x 275 / 1,05) + 406,99 x $10^6$ / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +

+ 2182332 / ( 855000 x 275 / 1,05 ) = 0,653 (171 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3) = 0,94$; $\lambda_y(3) = 82$; $\beta_y(3) = 1,00$

$N_{Rk}$ = 15900 x 275 / 1,05 = 416429 N; $N_{Ed}$ = -151945 N

$C_{my} = 0,40$; $C_{mz} = 0,90$; $k_{yz} = 0,413$; $k_{yy} = 0,719$

i(Comb.:3) = 162358 / (0,634 x 15900 x 275 / 1,05) + 0,413 x 406991808 / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +
+ 0,719x3106325 / 855000 x 275 / 1,05 = 0,322 (84 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,86; $\lambda_z(3)$ =74; $\beta_z(3)$ =2,08; $\alpha_{Crít}(3)$ = 36,74

$N_{Rk}$ = 15900 x 275 / 1,05 = 416429 N; $N_{Ed}$ = -151945 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 0,431; $k_{zz}$ = 0,688

i(Comb.:3) = 162358 / (0,76 x 15900 x 275 / 1,05) + 0,69x406991808 / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +
+ 0,431 x 3106325 / (855000 x 275 / 1,05) = 0,475 (124 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 111857 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 5735 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 5735 x 275 / ( √3 x 1,05) = 867194 N Ec.8

i(3) = 111857 / 867194 = 0,13 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 1029,43 N Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 11400 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 11400 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1723803 N

i(14) = 1029,43 / 1723803 = 0,0006 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

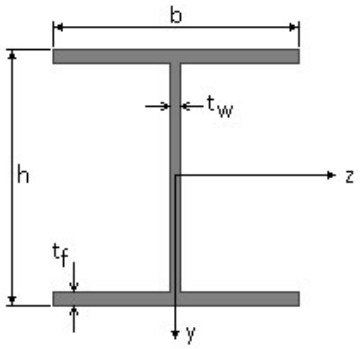
**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 66 %

**Barra : 62**

I HEA. Tamaño : 400

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 300 h = 390

$t_w$ = 11 $t_f$ = 19

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 159 | 2310 | 571 | 2560 | 855 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 45069 | 8564 | 197 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k$ (m) = $\beta$ x $l$ | $\lambda$ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | $\Phi$ | X |
| z-z | 9,29 = 1,55 x 6,00 | 55,18 | 86,81 | 0,64 | 0,75 | 0,876 |
| y-y | 6,00 = 1,00 x 6,00 | 81,75 | 86,81 | 0,94 | 1,07 | 0,634 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 151,24 x 10³ / ( 15900 x 275 / 1,05) + 411,03 x $10^6$ / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +

+ 2153636 / ( 855000 x 275 / 1,05 ) = 0,659 (173 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3)$ =0,94; $\lambda_y(3)$ =82; $\beta_y(3)$ =1,00

$N_{Rk}$ = 15900 x 275 / 1,05 = 416429 N; $N_{Ed}$ = -151239 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{yz}$ = 0,413; $k_{yy}$ = 0,718

i(Comb.:3) = 161652 / (0,634 x 15900 x 275 / 1,05) + 0,413 x 411026976 / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +
+ 0,718x3101235 / 855000 x 275 / 1,05 = 0,324 (85 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,86; $\lambda_z(3)$ =74; $\beta_z(3)$ =2,09; $\alpha_{Crít}(3)$ = 36,74

$N_{Rk}$ = 15900 x 275 / 1,05 = 416429 N; $N_{Ed}$ = -151239 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 0,431; $k_{zz}$ = 0,688

i(Comb.:3) = 161652 / (0,76 x 15900 x 275 / 1,05) + 0,69x411026976 / {1 x 2560000 x 275 / 1,05} +
+ 0,431 x 3101235 / (855000 x 275 / 1,05) = 0,479 (125 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 120096 N Combinación :8

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 5735 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 5735 x 275 / ( √3 x 1,05) = 867194 N Ec.8

i(8) = 120096 / 867194 = 0,138 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 1057,34 N Combinación :13

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 11400 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 11400 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1723803 N

i(13) = 1057,34 / 1723803 = 0,0006 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

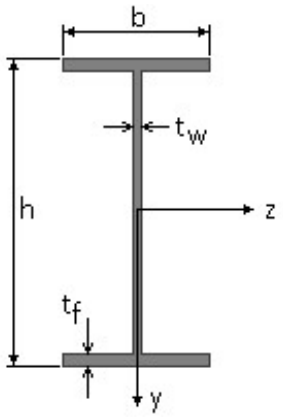
**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 66 %

**Barra : 63**

IPE. Tamaño : 550

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 210 h = 550

$t_w$ = 11 $t_f$ = 17,2

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | **$W_{el,z}$** | **$W_{el,y}$** | **$W_{pl,z}$** | **$W_{pl,y}$** |
| 134 | 2440 | 254 | 2780 | 379,2 |

| **$I_z$** | **$I_y$** | **$I_{tor}$** |
|---|---|---|
| 67120 | 2670 | 122 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | **$f_y$** | **$f_u$** |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | ***$l_k$ (m) = β x l*** | **λ** | **$\lambda_E$** | **$\lambda_{adimensional}$** | **Φ** | **X** |
| z-z | 31,67 = 5,28 x 6,00 | 141,52 | 86,81 | 1,63 | 1,98 | 0,323 |
| y-y | 4,50 = 0,75 x 6,00 | 100,83 | 86,81 | 1,16 | 1,34 | 0,499 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 226,79 x 10³ / ( 13400 x 275 / 1,05) + 406,99 x $10^6$ / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +

+ 710715 / ( 379200 x 275 / 1,05 ) = 0,631 (165 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - Pandeo eje y-y (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3)$ =1,16; $\lambda_y(3)$ =101; $\beta_y(3)$ =0,75

$N_{Rk}$ = 12198,11 x 275 / 1,05 = 319474 N; $N_{Ed}$ = -219697 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{yz}$ = 0,823; $k_{yy}$ = 1,051

i(Comb.:3) = 219697 / (0,5 x 12198,11 x 275 / 1,05) + 0,823 x 406987584 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,051x710715 / 379200 x 275 / 1,05 = 0,605 (159 N/mm²)
Sección : 13 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=4 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,67; $\lambda_z(3)$ =58; $\beta_z(3)$ =2,15; $\alpha_{Crít}(3)$ = 36,74

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -215880 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 1,051; $k_{zz}$ = 1,029

i(Comb.:3) = 219697 / (0,86 x 12198,11 x 275 / 1,05) + 1,03x406987584 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,051 x 710715 / (379200 x 275 / 1,05) = 0,663 (174 N/mm²)
Sección : 13 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=4 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 134939 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 7192,52 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 7192,5 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1087587 N Ec.8

i(3) = 134939 / 1087587 = 0,124 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 227,46 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 7224 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 7224 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1092347 N

i(3) = 227,46 / 1092347 = 0,0002 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (7): 1,4 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 0,4 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

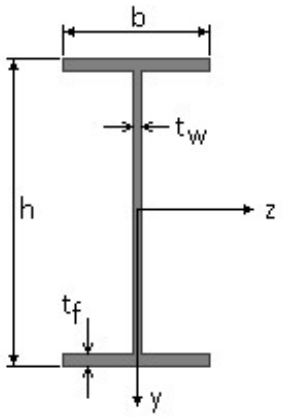
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 66 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 7 %

**Barra : 64**

IPE. Tamaño : 550

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 210 h = 550

$t_w$ = 11 $t_f$ = 17,2

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | **$W_{el,z}$** | **$W_{el,y}$** | **$W_{pl,z}$** | **$W_{pl,y}$** |
| 134 | 2440 | 254 | 2780 | 379,2 |

| **$I_z$** | **$I_y$** | **$I_{tor}$** |
|---|---|---|
| 67120 | 2670 | 122 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | **$f_y$** | **$f_u$** |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | ***$l_k$ (m) = β x l*** | **λ** | **$\lambda_E$** | **$\lambda_{adimensional}$** | **Φ** | **X** |
| z-z | 11,29 = 1,88 x 6,00 | 50,45 | 86,81 | 0,58 | 0,71 | 0,897 |
| y-y | 4,50 = 0,75 x 6,00 | 100,82 | 86,81 | 1,16 | 1,34 | 0,500 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(Comb.:3) = 310,06 \times 10^3 / ( 13400 \times 275 / 1,05) + 227,71 \times 10^6 / \{1 \times 2780000 \times 275 / 1,05\} +$

$+ 1127731 / ( 379200 \times 275 / 1,05 ) = 0,412$ (108 N/mm²)

Sección : 13 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=1

Ec.2 - **Pandeo eje y-y** (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3) = 1,16$; $\lambda_y(3) = 101$; $\beta_y(3) = 0,75$

$N_{Rk} = 13400 \times 275 / 1,05 = 350952$ N; $N_{Ed} = -306124$ N

$C_{my} = 0,40$; $C_{mz} = 0,99$; $k_{yz} = 0,827$; $k_{yy} = 1,070$

i(Comb.:3) = 317365 / (0,5 x 13400 x 275 / 1,05) + 0,827 x 228150496 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,07x2046029 / 379200 x 275 / 1,05 = 0,462 (121 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=3 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,56; $\lambda_z(3)$ =49; $\beta_z(3)$ =1,82; $\alpha_{Crít}(3)$ = 36,74

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -306124 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,99; $k_{zy}$ = 1,070; $k_{zz}$ = 1,034

i(Comb.:3) = 317365 / (0,9 x 13400 x 275 / 1,05) + 1,03x228150496 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,070 x 2046029 / (379200 x 275 / 1,05) = 0,446 (117 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=3 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 56226,96 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 7192,52 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 7192,5 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1087587 N Ec.8

i(3) = 56227 / 1087587 = 0,052 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 447,57 N Combinación :10

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 7224 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 7224 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1092347 N

i(10) = 447,57 / 1092347 = 0,0004 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (8): 3,3 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 0,9 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

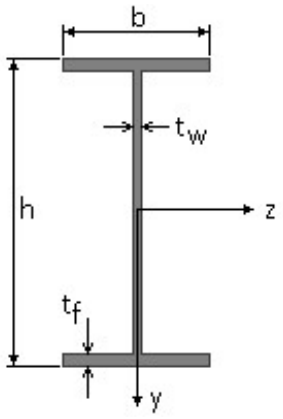
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 45 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 16 %

**Barra : 65**

IPE. Tamaño : 550

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 210 h = 550

$t_w$ = 11 $t_f$ = 17,2

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | **$W_{el,z}$** | **$W_{el,y}$** | **$W_{pl,z}$** | **$W_{pl,y}$** |
| 134 | 2440 | 254 | 2780 | 379,2 |

| **$I_z$** | **$I_y$** | **$I_{tor}$** |
|---|---|---|
| 67120 | 2670 | 122 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | **$f_y$** | **$f_u$** |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | ***$l_k$ (m) = β x l*** | **λ** | **$\lambda_E$** | **$\lambda_{adimensional}$** | **Φ** | **X** |
| z-z | 11,29 = 1,88 x 5,99 | 50,44 | 86,81 | 0,58 | 0,71 | 0,897 |
| y-y | 4,49 = 0,75 x 5,99 | 100,69 | 86,81 | 1,16 | 1,34 | 0,500 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(Comb.:3) = 310,12 \times 10^3 / ( 13400 \times 275 / 1,05) + 226,78 \times 10^6 / \{1 \times 2780000 \times 275 / 1,05\} +$

$+ 1139845 / ( 379200 \times 275 / 1,05 ) = 0,411$ (108 N/mm²)

Sección : 7 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=1

Ec.2 - Pandeo eje y-y (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3) = 1,16$; $\lambda_y(3) = 101$; $\beta_y(3) = 0,75$

$N_{Rk} = 13400 \times 275 / 1,05 = 350952$ N; $N_{Ed} = -317419$ N

$C_{my} = 0,40$; $C_{mz} = 0,99$; $k_{yz} = 0,827$; $k_{yy} = 1,070$

i(Comb.:3) = 317419 / (0,5 x 13400 x 275 / 1,05) + 0,827 x 227105872 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,07x2024682 / 379200 x 275 / 1,05 = 0,460 (121 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=3 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,56; $\lambda_z(3)$ =49; $\beta_z(3)$ =1,82; $\alpha_{Crít}(3)$ = 36,74

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -317419 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,99; $k_{zy}$ = 1,070; $k_{zz}$ = 1,034

i(Comb.:3) = 317419 / (0,9 x 13400 x 275 / 1,05) + 1,03x227105872 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,070 x 2024682 / (379200 x 275 / 1,05) = 0,444 (116 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=3 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 56556,25 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 7192,52 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 7192,5 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1087587 N Ec.8

i(3) = 56556 / 1087587 = 0,052 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 424,96 N Combinación :11

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 7224 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 7224 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1092347 N

i(11) = 424,96 / 1092347 = 0,0004 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (7): 3,2 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 0,9 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

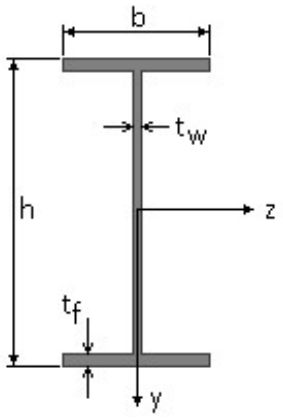
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 45 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 16 %

**Barra : 66**

IPE. Tamaño : 550

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 210 h = 550

$t_w$ = 11 $t_f$ = 17,2

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 134 | 2440 | 254 | 2780 | 379,2 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 67120 | 2670 | 122 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

| **Pandeo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eje** | $l_k$ (m) = $\beta$ x $l$ | $\lambda$ | $\lambda_E$ | $\lambda_{adimensional}$ | $\Phi$ | **X** |
| z-z | 21,62 = 3,61 x 5,99 | 96,58 | 86,81 | 1,11 | 1,21 | 0,587 |
| y-y | 4,49 = 0,75 x 5,99 | 100,7 | 86,81 | 1,16 | 1,34 | 0,500 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(Comb.:3) = 227,28 \times 10^3 / ( 13400 \times 275 / 1,05) + 411,02 \times 10^6 / \{1 \times 2780000 \times 275 / 1,05\} +$

$+ 725683 / ( 379200 \times 275 / 1,05 ) = 0,637$ (167 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

Ec.2 - Pandeo eje y-y (con y sin vuelco) $\lambda_{adim,y}(3) = 1,16$; $\lambda_y(3) = 101$; $\beta_y(3) = 0,75$

$N_{Rk} = 13400 \times 275 / 1,05 = 350952$ N; $N_{Ed} = -227282$ N

$C_{my} = 0,40$; $C_{mz} = 0,90$; $k_{yz} = 0,823$; $k_{yy} = 1,051$

i(Comb.:3) = 220189 / (0,5 x 12131,93 x 275 / 1,05) + 0,823 x 411018240 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,051x725683 / 379200 x 275 / 1,05 = 0,611 (160 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección: Eje ppal. y=4 Eje ppal. z=1

**Ec.3** - **Pandeo eje z-z** (con y sin vuelco) $\lambda_{adimensional,z}(3)$ =0,66; $\lambda_z(3)$ =58; $\beta_z(3)$ =2,15; $\alpha_{Crít}(3)$ = 36,74

$N_{Rk}$ = 13400 x 275 / 1,05 = 350952 N; $N_{Ed}$ = -227282 N

$C_{my}$ = 0,40; $C_{mz}$ = 0,90; $k_{zy}$ = 1,051; $k_{zz}$ = 1,029

i(Comb.:3) = 220189 / (0,86 x 12131,93 x 275 / 1,05) + 1,03x411018240 / {1 x 2780000 x 275 / 1,05} +
+ 1,051 x 725683 / (379200 x 275 / 1,05) = 0,669 (175 N/mm²)
Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=4 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 135260 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 7192,52 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 7192,5 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1087587 N Ec.8

i(3) = 135260 / 1087587 = 0,124 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 221,48 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 7224 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 7224 x 275 / ( √3 x 1,05) = 1092347 N

i(3) = 221,48 / 1092347 = 0,0002 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (8): 1,8 mm adm.=l/300 = 19,9 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 0,4 mm adm.=l/300 = 19,9 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

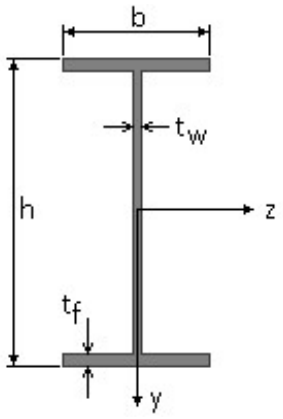
**Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra :** 67 %

**Aprovechamiento por flecha de la barra :** 9 %

**Barra : 67**

IPE. Tamaño : 240

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | **$W_{el,z}$** | **$W_{el,y}$** | **$W_{pl,z}$** | **$W_{pl,y}$** |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| **$I_z$** | **$I_y$** | **$I_{tor}$** |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | **$f_y$** | **$f_u$** |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:10) = 24,91 x 10³ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 8,54 x $10^6$ / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 149814 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,117 (30,6 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 3490,99 N Combinación :4

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

i(4) = 3491 / 289230 = 0,012 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 146,46 N  Combinación :7

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(7) = 146,46 / 355648 = 0,0004  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

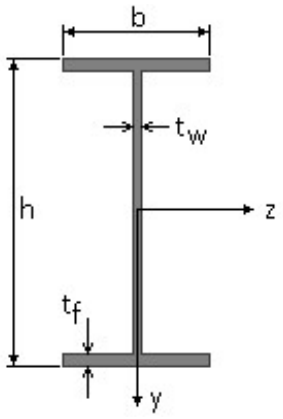
Sección : 0 / 20

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 12 %

**Barra : 68**

IPE. Tamaño : 240




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** ($cm^2$, $cm^3$,$cm^4$.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 87,4 x 10³ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 39,04 x $10^6$ / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 325410 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,489 (128 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 13864,62 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

i(3) = 13865 / 289230 = 0,048 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 206,83 N  Combinación :8

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(8) = 206,83 / 355648 = 0,0006  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

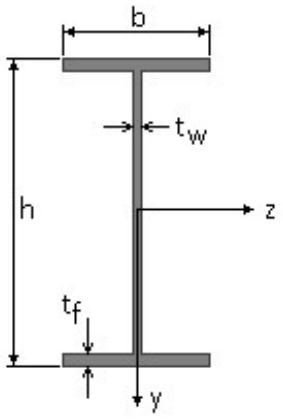
INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 49 %

**Barra : 69**

IPE. Tamaño : 240

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | **$W_{el,z}$** | **$W_{el,y}$** | **$W_{pl,z}$** | **$W_{pl,y}$** |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| **$I_z$** | **$I_y$** | **$I_{tor}$** |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | **$f_y$** | **$f_u$** |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 161,42 x 10³ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 556,75 / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 7202763 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,548 (143 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 6224,12 N Combinación :13

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

i(13) = 6224 / 289230 = 0,0215 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 3467,45 N  Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(3) = 3467,45 / 355648 = 0,0097  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

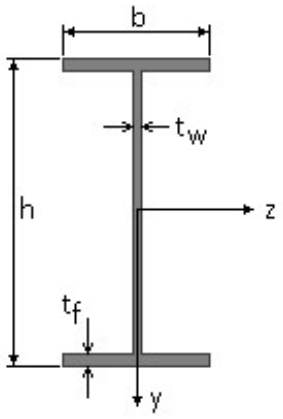
Sección : 0 / 20

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 55 %

**Barra : 70**

IPE. Tamaño : 240




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** ($cm^2$, $cm^3$,$cm^4$.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 87,3 x 10³ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 38,77 x $10^6$ / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 84042,61 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,473 (124 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 13781,95 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

i(3) = 13782 / 289230 = 0,048 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 142,41 N  Combinación :8

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(8) = 142,41 / 355648 = 0,0004  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

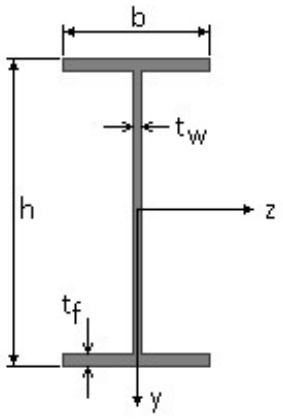
INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 48 %

**Barra : 71**

IPE. Tamaño : 240

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | **$W_{el,z}$** | **$W_{el,y}$** | **$W_{pl,z}$** | **$W_{pl,y}$** |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| **$I_z$** | **$I_y$** | **$I_{tor}$** |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | **$f_y$** | **$f_u$** |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:11) = 25,17 x 10³ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 6,92 x $10^6$ / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 217363 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,105 (27,5 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 3035,23 N Combinación :4

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

i(4) = 3035 / 289230 = 0,0105 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 162,51 N  Combinación :8

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(8) = 162,51 / 355648 = 0,0005  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

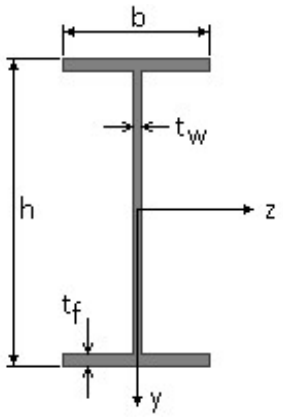
Sección : 0 / 20

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 11 %

**Barra : 72**

IPE. Tamaño : 240




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** ($cm^2$, $cm^3$,$cm^4$.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:7) = 62,42 x 10³ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 4,9 x $10^6$ / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 636751 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,144 (38 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 2798,75 N Combinación :11

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

i(11) = 2799 / 289230 = 0,0097 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 274,26 N  Combinación :7

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(7) = 274,26 / 355648 = 0,0008  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

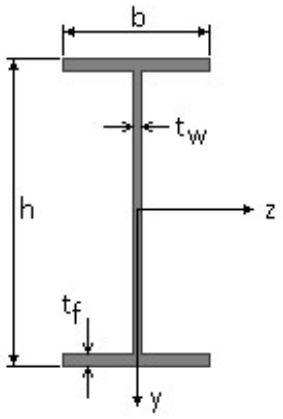
Sección : 0 / 20

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 15 %

**Barra : 73**

IPE. Tamaño : 240




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL** (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

$i(Comb.:3) = 6,88 \times 10^3 / ( 3910 \times 275 / 1,05) + 22,63 \times 10^6 / \{1 \times 386000 \times 275 / 1,05\} +$

$+ 623147 / ( 70500 \times 275 / 1,05 ) = 0,264$ (69 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed} = 4998,25$ N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V} = 1912,76$ mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd} = 1912,8 \times 275 / ( \sqrt{3} \times 1,05) = 289230$ N Ec.8

$i(3) = 4998 / 289230 = 0,0173$ Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 289,92 N  Combinación :7

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(7) = 289,92 / 355648 = 0,0008  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

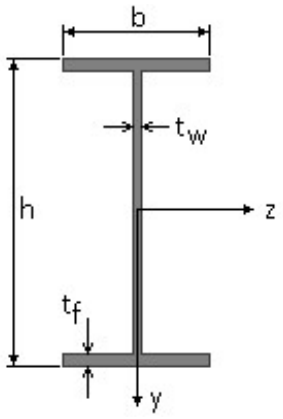
Sección : 0 / 20

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 27 %

**Barra : 74**

IPE. Tamaño : 240




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** ($cm^2$, $cm^3$,$cm^4$.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 162,67 x $10^3$ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 15,08 x $10^6$ / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 3589,98 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,308 (81 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 3691,89 N Combinación :8

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

i(8) = 3692 / 289230 = 0,0128 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 52,61 N  Combinación :10

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(10) = 52,61 / 355648 = 0,0001  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

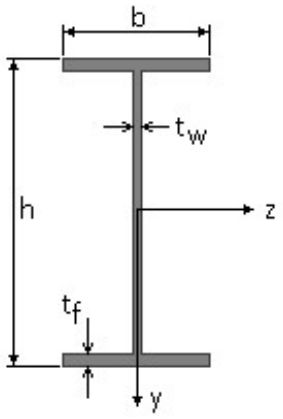
Sección : 0 / 20

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 31 %

**Barra : 75**

IPE. Tamaño : 240




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** ($cm^2$, $cm^3$,$cm^4$.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(Comb.:3) = 7,05 \times 10^3 / ( 3910 \times 275 / 1,05) + 22,52 \times 10^6 / \{1 \times 386000 \times 275 / 1,05\} +$

$+ 629202 / ( 70500 \times 275 / 1,05 ) = 0,264$ (69 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed} = 4909,11$ N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V} = 1912,76$ mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd} = 1912,8 \times 275 / ( \sqrt{3} \times 1,05) = 289230$ N Ec.8

$i(3) = 4909 / 289230 = 0,017$ Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 266,89 N  Combinación :8

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(8) = 266,89 / 355648 = 0,0008  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

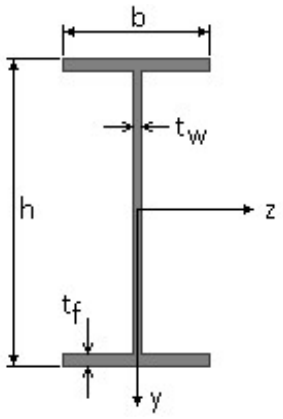
Sección : 0 / 20

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 27 %

**Barra : 76**

IPE. Tamaño : 240




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:8}) = 63,07 \times 10^3 / ( 3910 \times 275 / 1,05) + 4,71 \times 10^6 / \{1 \times 386000 \times 275 / 1,05\} +$

$+ 566300 / ( 70500 \times 275 / 1,05 ) = 0,139$ (36,4 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed} = 2697,5$ N Combinación :11

Area eficaz a corte : $A_{y,V} = 1912,76$ mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd} = 1912,8 \times 275 / ( \sqrt{3} \times 1,05) = 289230$ N Ec.8

$i(11) = 2698 / 289230 = 0,0093$ Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 245,44 N  Combinación :8

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(8) = 245,44 / 355648 = 0,0007  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

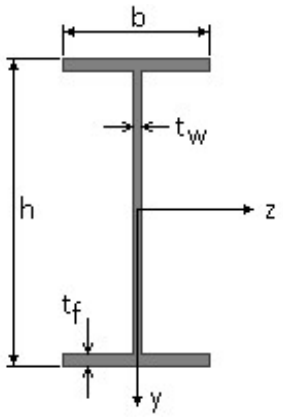
INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 14 %

**Barra : 77**

IPE. Tamaño : 240

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | **$W_{el,z}$** | **$W_{el,y}$** | **$W_{pl,z}$** | **$W_{pl,y}$** |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| **$I_z$** | **$I_y$** | **$I_{tor}$** |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | **$f_y$** | **$f_u$** |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i$(Comb.:8) = 60,19 x 10³ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 3,13 x $10^6$ / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 143144 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,097 (25,5 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 2131,75 N Combinación :11

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

$i$(11) = 2132 / 289230 = 0,0074 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 125,16 N  Combinación :5

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(5) = 125,16 / 355648 = 0,0004  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

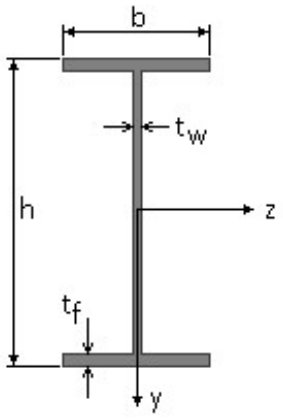
INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 10 %

**Barra : 78**

IPE. Tamaño : 240

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

| **Características mecánicas** ($cm^2$, $cm^3$,$cm^4$.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 7,01 x 10³ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 3,41 x $10^6$ / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 116226 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,047 (12,3 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 1791,67 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

i(3) = 1792 / 289230 = 0,0062 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 132,5 N  Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(14) = 132,5 / 355648 = 0,0004  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

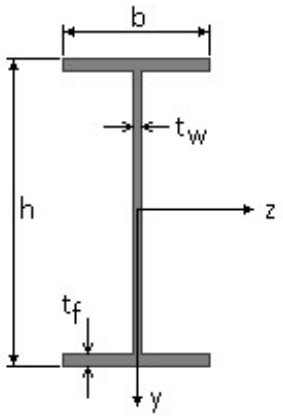
INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 5 %

**Barra : 79**

IPE. Tamaño : 240

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

| **Características mecánicas** ($cm^2$, $cm^3$,$cm^4$.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 162,74 x $10^3$ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 15,23 x $10^6$ / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 1197,78 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,310 (81 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 4601,69 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

i(3) = 4602 / 289230 = 0,016 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 16,21 N  Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(14) = 16,21 / 355648 = 0,0000  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

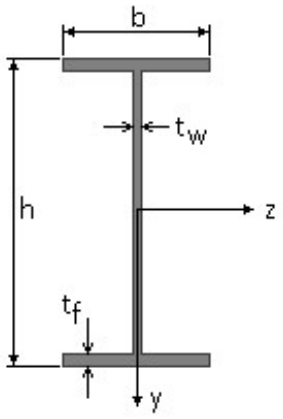
Sección : 0 / 20

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 31 %

**Barra : 80**

IPE. Tamaño : 240




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** ($cm^2$, $cm^3$,$cm^4$.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 7,18 x 10³ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 3,73 x $10^6$ / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 116508 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,050 (13,1 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 1870,02 N Combinación :8

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

i(8) = 1870 / 289230 = 0,0065 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 127,9 N  Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(14) = 127,9 / 355648 = 0,0004  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

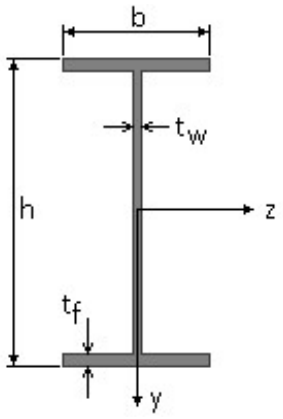
Sección : 0 / 20

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 6 %

**Barra : 81**

IPE. Tamaño : 240




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:8) = 61,42 x 10³ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 2,97 x $10^6$ / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 119488 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,096 (25 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 2087,07 N Combinación :10

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

i(10) = 2087 / 289230 = 0,0072 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 125,18 N  Combinación :13

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(13) = 125,18 / 355648 = 0,0004  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

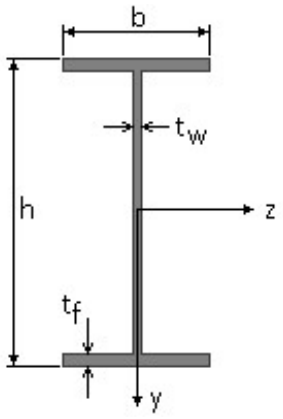
INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 10 %

**Barra : 82**

IPE. Tamaño : 240

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

| **Características mecánicas** ($cm^2$, $cm^3$,$cm^4$.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:7) = 59,21 x 10³ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 2,96 x $10^6$ / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 135295 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,094 (24,7 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 2128,26 N Combinación :11

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

i(11) = 2128 / 289230 = 0,0074 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 119,04 N  Combinación :13

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(13) = 119,04 / 355648 = 0,0003  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

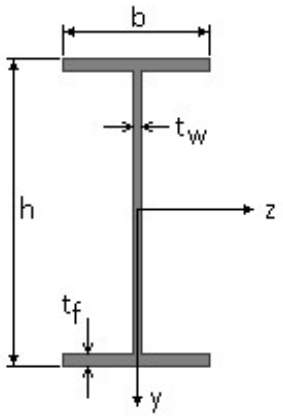
Sección : 0 / 20

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 10 %

**Barra : 83**

IPE. Tamaño : 240




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL** (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

$i(\text{Comb.:3}) = 7,31 \times 10^3 / ( 3910 \times 275 / 1,05) + 1,52 \times 10^6 / \{1 \times 386000 \times 275 / 1,05\} +$

$+ 126472 / ( 70500 \times 275 / 1,05 ) = 0,029$ (7,6 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed} = 1295,29$ N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V} = 1912,76$ mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd} = 1912,8 \times 275 / ( \sqrt{3} \times 1,05) = 289230$ N Ec.8

$i(3) = 1295 / 289230 = 0,0045$ Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 121,39 N  Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(14) = 121,39 / 355648 = 0,0003  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

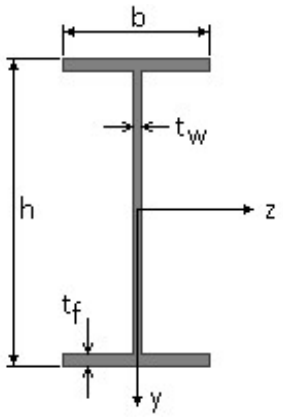
INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 3 %

**Barra : 84**

IPE. Tamaño : 240

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | **$W_{el,z}$** | **$W_{el,y}$** | **$W_{pl,z}$** | **$W_{pl,y}$** |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| **$I_z$** | **$I_y$** | **$I_{tor}$** |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | **$f_y$** | **$f_u$** |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 162,23 x 10³ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 1,75 x $10^6$ / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 575,62 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,176 (46 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 1075,61 N Combinación :7

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

i(7) = 1076 / 289230 = 0,0037 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 11,78 N  Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(14) = 11,78 / 355648 = 0,0000  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

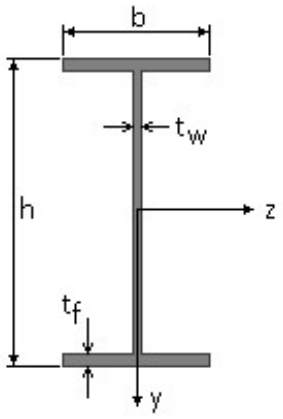
Sección : 0 / 20

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 18 %

**Barra : 85**

IPE. Tamaño : 240




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 7,48 x 10³ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 1,5 x $10^6$ / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 124639 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,029 (7,6 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 1281,77 N Combinación :8

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

i(8) = 1282 / 289230 = 0,0044 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 127,19 N  Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(14) = 127,19 / 355648 = 0,0004  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

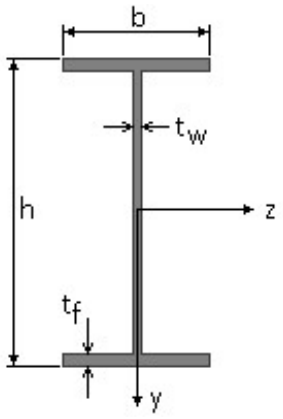
Sección : 0 / 20

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 3 %

**Barra : 86**

IPE. Tamaño : 240




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i$(Comb.:8) = 60,03 x 10³ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 2,85 x $10^6$ / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 135321 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,094 (24,7 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 2080,45 N Combinación :10

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

$i$(10) = 2080 / 289230 = 0,0072 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 124,46 N  Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(14) = 124,46 / 355648 = 0,0003  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

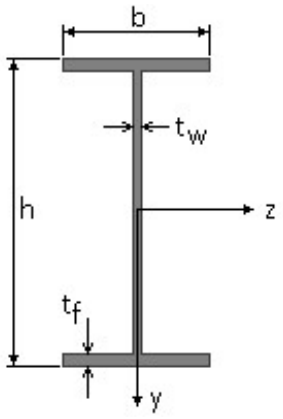
INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 10 %

**Barra : 87**

IPE. Tamaño : 240

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | **$W_{el,z}$** | **$W_{el,y}$** | **$W_{pl,z}$** | **$W_{pl,y}$** |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| **$I_z$** | **$I_y$** | **$I_{tor}$** |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | **$f_y$** | **$f_u$** |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i$(Comb.:7) = 57,91 x 10³ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 2,63 x $10^6$ / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 177125 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,092 (24 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 2042,65 N Combinación :11

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

$i$(11) = 2043 / 289230 = 0,007 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 120,62 N  Combinación :4

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(4) = 120,62 / 355648 = 0,0003  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

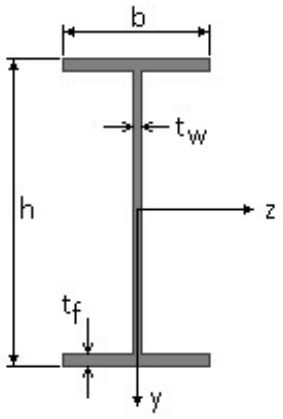
INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 10 %

**Barra : 88**

IPE. Tamaño : 240

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | **$W_{el,z}$** | **$W_{el,y}$** | **$W_{pl,z}$** | **$W_{pl,y}$** |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| **$I_z$** | **$I_y$** | **$I_{tor}$** |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | **$f_y$** | **$f_u$** |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i$(Comb.:7) = 7,98 x 10³ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 1,41 x $10^6$ / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 154206 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,030 (7,9 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 1052,76 N Combinación :11

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

$i$(11) = 1053 / 289230 = 0,0036 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 123,89 N  Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(14) = 123,89 / 355648 = 0,0003  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

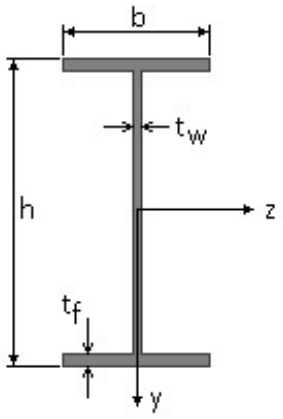
Sección : 0 / 20

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 4 %

**Barra : 89**

IPE. Tamaño : 240




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | **$W_{el,z}$** | **$W_{el,y}$** | **$W_{pl,z}$** | **$W_{pl,y}$** |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| **$I_z$** | **$I_y$** | **$I_{tor}$** |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | **$f_y$** | **$f_u$** |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 162,05 x 10³ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 1,61 x $10^6$ / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 212,97 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,174 (46 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 1055,78 N Combinación :7

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

i(7) = 1056 / 289230 = 0,0037 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 13,44 N  Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(14) = 13,44 / 355648 = 0,0000  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

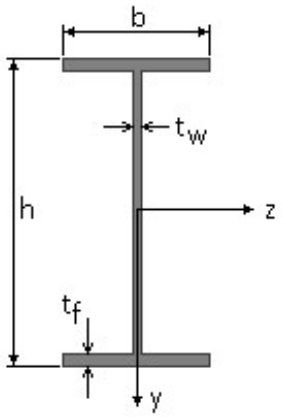
INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 18 %

**Barra : 90**

IPE. Tamaño : 240

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

| **Características mecánicas** ($cm^2$, $cm^3$,$cm^4$.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:8}) = 8,29 \times 10^3 / ( 3910 \times 275 / 1,05) + 1,43 \times 10^6 / \{1 \times 386000 \times 275 / 1,05\} +$

$+ 163483 / ( 70500 \times 275 / 1,05 ) = 0,031$ (8,2 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed} = 1051,03$ N Combinación :4

Area eficaz a corte : $A_{y,V} = 1912,76$ mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd} = 1912,8 \times 275 / ( \sqrt{3} \times 1,05) = 289230$ N Ec.8

$i(4) = 1051 / 289230 = 0,0036$ Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 129,38 N  Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(14) = 129,38 / 355648 = 0,0004  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

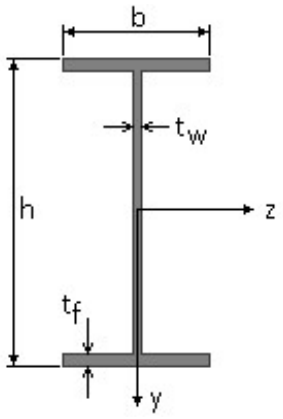
Sección : 0 / 20

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 4 %

**Barra : 91**

IPE. Tamaño : 240




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | **$W_{el,z}$** | **$W_{el,y}$** | **$W_{pl,z}$** | **$W_{pl,y}$** |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| **$I_z$** | **$I_y$** | **$I_{tor}$** |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | **$f_y$** | **$f_u$** |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i$(Comb.:8) = 58,83 x 10³ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 2,51 x $10^6$ / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 176541 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,092 (24 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 2000,78 N Combinación :10

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

$i$(10) = 2001 / 289230 = 0,0069 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 124,43 N  Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(14) = 124,43 / 355648 = 0,0003  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

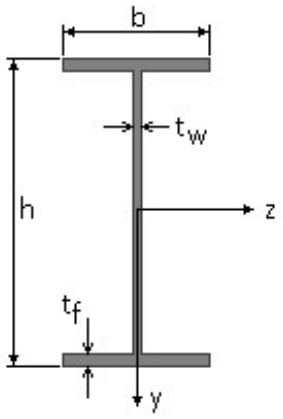
Sección : 0 / 20

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 10 %

**Barra : 92**

IPE. Tamaño : 240




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** ($cm^2$, $cm^3$,$cm^4$.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:7) = 56,83 x 10³ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 2,34 x $10^6$ / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 215427 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,090 (23,6 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 1981,67 N Combinación :11

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

i(11) = 1982 / 289230 = 0,0069 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 125,62 N  Combinación :11

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(11) = 125,62 / 355648 = 0,0004  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

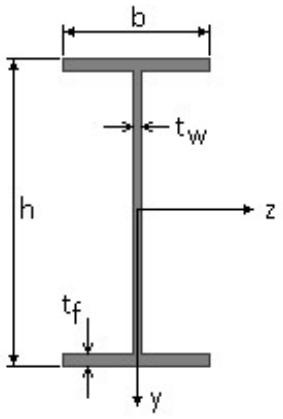
Sección : 0 / 20

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 10 %

**Barra : 93**

IPE. Tamaño : 240




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:7) = 7,95 x 10³ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 1,47 x $10^6$ / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 248522 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,036 (9,4 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 1280,02 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

i(3) = 1280 / 289230 = 0,0044 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 130 N  Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(14) = 130 / 355648 = 0,0004  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

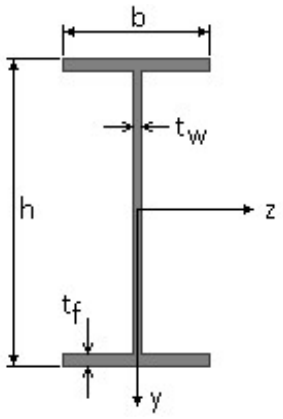
Sección : 0 / 20

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 4 %

**Barra : 94**

IPE. Tamaño : 240




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** ($cm^2$, $cm^3$,$cm^4$.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 162,23 x 10³ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 1,75 x $10^6$ / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 1607,83 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,176 (46 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 1068,47 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

i(3) = 1068 / 289230 = 0,0037 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 15,11 N  Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(14) = 15,11 / 355648 = 0,0000  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

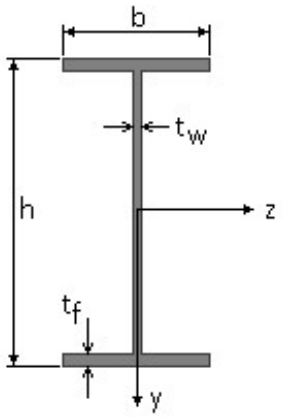
Sección : 0 / 20

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 18 %

**Barra : 95**

IPE. Tamaño : 240




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** ($cm^2$, $cm^3$,$cm^4$.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:8) = 8,26 x 10³ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 1,5 x $10^6$ / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 261496 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,037 (9,7 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 1294,81 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

i(3) = 1295 / 289230 = 0,0045 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 135,26 N  Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(14) = 135,26 / 355648 = 0,0004  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

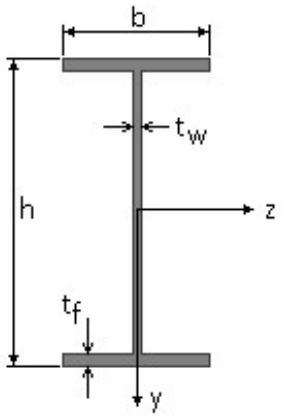
Sección : 0 / 20

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 4 %

**Barra : 96**

IPE. Tamaño : 240




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** ($cm^2$, $cm^3$,$cm^4$.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:8) = 57,86 x 10³ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 2,22 x $10^6$ / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 218996 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,090 (23,7 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 1944,25 N Combinación :10

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

i(10) = 1944 / 289230 = 0,0067 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 125,33 N  Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(14) = 125,33 / 355648 = 0,0004  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

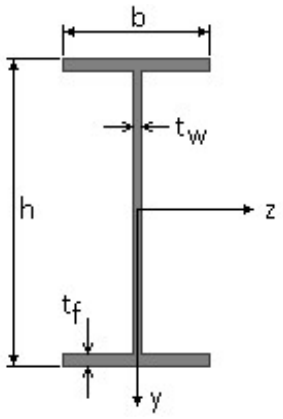
INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 10 %

**Barra : 97**

IPE. Tamaño : 240

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:7}) = 55,96 \times 10^3 / ( 3910 \times 275 / 1,05) + 2 \times 10^6 / \{1 \times 386000 \times 275 / 1,05\} +$

$+ 196548 / ( 70500 \times 275 / 1,05 ) = 0,085$ (22,3 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed} = 1883,87$ N Combinación :5

Area eficaz a corte : $A_{y,V} = 1912,76$ mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd} = 1912,8 \times 275 / ( \sqrt{3} \times 1,05) = 289230$ N Ec.8

$i(5) = 1884 / 289230 = 0,0065$ Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 133,59 N  Combinación :10

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(10) = 133,59 / 355648 = 0,0004  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

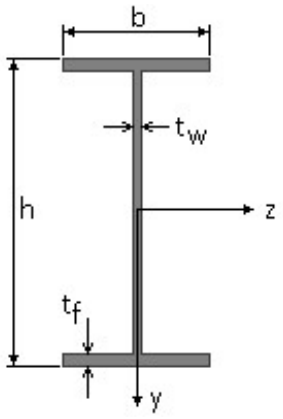
INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 9 %

**Barra : 98**

IPE. Tamaño : 240

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | **$W_{el,z}$** | **$W_{el,y}$** | **$W_{pl,z}$** | **$W_{pl,y}$** |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| **$I_z$** | **$I_y$** | **$I_{tor}$** |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | **$f_y$** | **$f_u$** |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:7) = 7,71 x 10³ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 3,17 x $10^6$ / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 254609 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,053 (13,8 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 1859,07 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

i(3) = 1859 / 289230 = 0,0064 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 132,07 N  Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(14) = 132,07 / 355648 = 0,0004  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

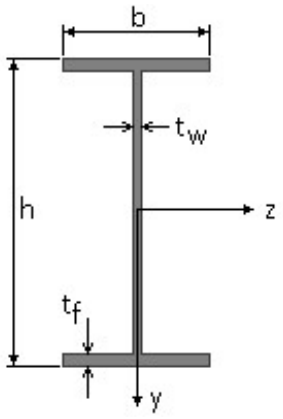
Sección : 0 / 20

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 6 %

**Barra : 99**

IPE. Tamaño : 240




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 162,74 x 10³ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 15,23 x $10^6$ / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 632,83 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,310 (81 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 4601,47 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

i(3) = 4601 / 289230 = 0,016 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 12,17 N  Combinación :5

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(5) = 12,17 / 355648 = 0,0000  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

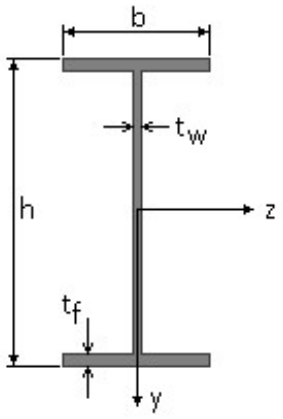
Sección : 0 / 20

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 31 %

**Barra : 100**

IPE. Tamaño : 240




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:8) = 8,03 x 10³ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 3,2 x $10^6$ / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 270587 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,054 (14,2 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 1806,05 N Combinación :11

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

i(11) = 1806 / 289230 = 0,0062 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 149,08 N  Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(14) = 149,08 / 355648 = 0,0004  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

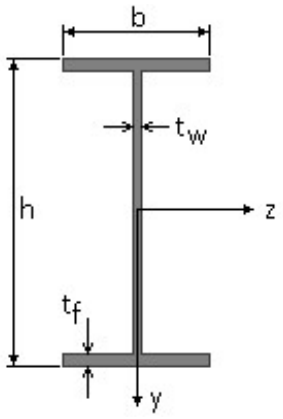
INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 6 %

**Barra : 101**

IPE. Tamaño : 240

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL** (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

$i(\text{Comb.:8}) = 57,1 \times 10^3 / ( 3910 \times 275 / 1,05) + 1,88 \times 10^6 / \{1 \times 386000 \times 275 / 1,05\} +$

$+ 202625 / ( 70500 \times 275 / 1,05 ) = 0,085$ (22,3 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed} = 1860,68$ N Combinación :4

Area eficaz a corte : $A_{y,V} = 1912,76$ mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd} = 1912,8 \times 275 / ( \sqrt{3} \times 1,05) = 289230$ N Ec.8

$i(4) = 1861 / 289230 = 0,0064$ Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 135,43 N  Combinación :14

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(14) = 135,43 / 355648 = 0,0004  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

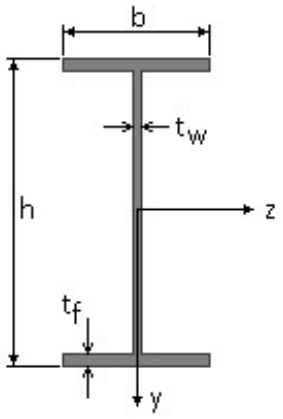
Sección : 0 / 20

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 9 %

**Barra : 102**

IPE. Tamaño : 240




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** ($cm^2$, $cm^3$,$cm^4$.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 66,14 x 10³ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 2,33 x $10^6$ / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 387301 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,109 (28,4 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 2343,5 N Combinación :5

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

i(5) = 2343 / 289230 = 0,0081 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 171,83 N  Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(3) = 171,83 / 355648 = 0,0005  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

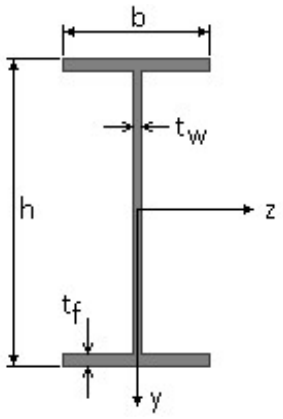
INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 11 %

**Barra : 103**

IPE. Tamaño : 240

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

| **Características mecánicas** ($cm^2$, $cm^3$,$cm^4$.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL** (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

$i(\text{Comb.:8}) = 6,5 \times 10^3 / ( 3910 \times 275 / 1,05) + 24,25 \times 10^6 / \{1 \times 386000 \times 275 / 1,05\} +$

$+ 463542 / ( 70500 \times 275 / 1,05 ) = 0,271$ (71 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed} = 5437,45$ N Combinación :8

Area eficaz a corte : $A_{y,V} = 1912,76$ mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd} = 1912,8 \times 275 / ( \sqrt{3} \times 1,05) = 289230$ N Ec.8

$i(8) = 5437 / 289230 = 0,0188$ Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 213,04 N  Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(3) = 213,04 / 355648 = 0,0006  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

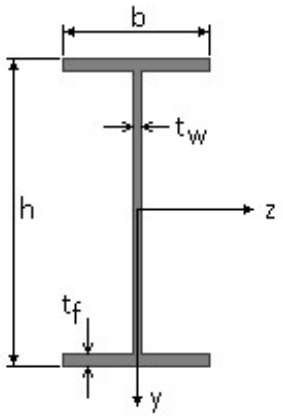
INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 28 %

**Barra : 104**

IPE. Tamaño : 240

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | **$W_{el,z}$** | **$W_{el,y}$** | **$W_{pl,z}$** | **$W_{pl,y}$** |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| **$I_z$** | **$I_y$** | **$I_{tor}$** |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | **$f_y$** | **$f_u$** |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 162,67 x 10³ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 15,08 x $10^6$ / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 3371,44 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,308 (81 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 3268,37 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

i(3) = 3268 / 289230 = 0,0113 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 20 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 59,95 N  Combinación :4

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(4) = 59,95 / 355648 = 0,0002  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

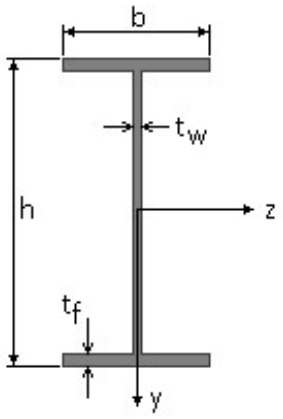
Sección : 0 / 20

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 31 %

**Barra : 105**

IPE. Tamaño : 240




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** ($cm^2$, $cm^3$,$cm^4$.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(Comb.:3) = 7,05 \times 10^3 / ( 3910 \times 275 / 1,05) + 22,41 \times 10^6 / \{1 \times 386000 \times 275 / 1,05\} +$

$+ 624684 / ( 70500 \times 275 / 1,05 ) = 0,262$ (69 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed} = 5200,7$ N Combinación :7

Area eficaz a corte : $A_{y,V} = 1912,76$ mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd} = 1912,8 \times 275 / ( \sqrt{3} \times 1,05) = 289230$ N Ec.8

$i(7) = 5201 / 289230 = 0,018$ Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 211,49 N  Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(3) = 211,49 / 355648 = 0,0006  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

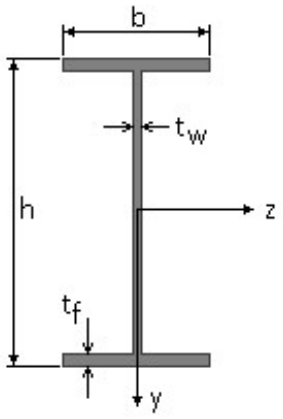
Sección : 0 / 20

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 27 %

**Barra : 106**

IPE. Tamaño : 240




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 66,15 x 10³ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 2,3 x $10^6$ / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 376455 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,108 (28 N/mm²)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 2261,33 N Combinación :4

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

i(4) = 2261 / 289230 = 0,0078 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 171,83 N  Combinación :13

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(13) = 171,83 / 355648 = 0,0005  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

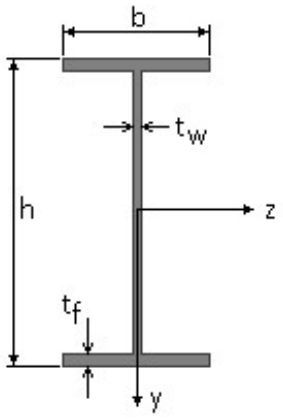
INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 11 %

**Barra : 107**

IPE. Tamaño : 240

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:14) = 32,41 x 10³ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 8,71 x $10^6$ / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 44831,33 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,120 (31,5 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 3128,48 N Combinación :10

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

i(10) = 3128 / 289230 = 0,0108 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 134 N  Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(3) = 134 / 355648 = 0,0004  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

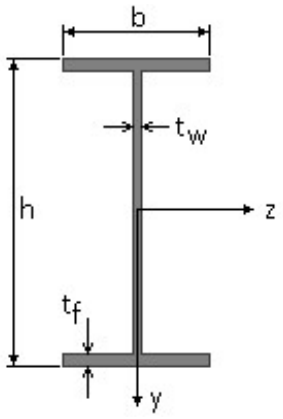
INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 13 %

**Barra : 108**

IPE. Tamaño : 240

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:8) = 77,6 x 10³ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 42,12 x $10^6$ / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 240543 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,505 (132 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 14827,91 N Combinación :8

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

i(8) = 14828 / 289230 = 0,051 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 181,7 N  Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(3) = 181,7 / 355648 = 0,0005  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

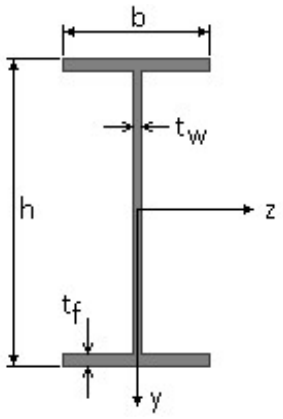
Sección : 0 / 20

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 51 %

**Barra : 109**

IPE. Tamaño : 240




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:8) = 151,8 x 10³ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 20 x 10³ / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 10684859 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,727 (190 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 10317,63 N Combinación :11

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

i(11) = 10318 / 289230 = 0,036 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 4522,16 N  Combinación :8

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(8) = 4522,16 / 355648 = 0,0127  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

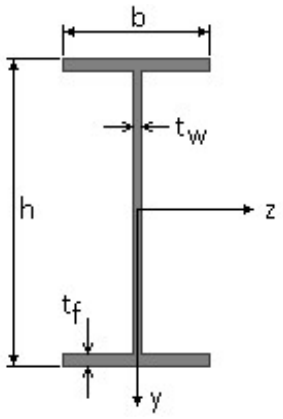
Sección : 0 / 20

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 73 %

**Barra : 110**

IPE. Tamaño : 240




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** ($cm^2$, $cm^3$,$cm^4$.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:7) = 76,06 x 10³ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 40,71 x $10^6$ / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 38555,67 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,479 (125 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 14271,55 N Combinación :7

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

i(7) = 14272 / 289230 = 0,049 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 105,47 N  Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(3) = 105,47 / 355648 = 0,0003  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

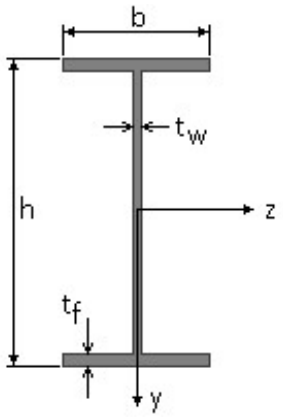
INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 48 %

**Barra : 111**

IPE. Tamaño : 240

Material : Acero S-275




Dimensiones en mm

b = 120 h = 240

$t_w$ = 6,2 $t_f$ = 9,8

| **Características mecánicas** ($cm^2$, $cm^3$,$cm^4$.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 39,1 | 324 | 47,3 | 386 | 70,5 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 3890 | 284 | 12 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:13) = 30,65 x 10³ / ( 3910 x 275 / 1,05) + 7,1 x $10^6$ / {1 x 386000 x 275 / 1,05} +

+ 103753 / ( 70500 x 275 / 1,05 ) = 0,106 (27,7 N/mm²)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=2 Eje ppal. z=2

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación cortante para el eje principal 'y-y' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 2677,94 N Combinación :11

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1912,76 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,y,Rd}$ = 1912,8 x 275 / ( √3 x 1,05) = 289230 N Ec.8

i(11) = 2678 / 289230 = 0,0093 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo : $V_{z,Ed}$ = 140,08 N  Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{z,V}$ = 2352 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,z,Rd}$ = 2352 x 275 / ( √3 x 1,05) = 355648 N

i(3) = 140,08 / 355648 = 0,0004  Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

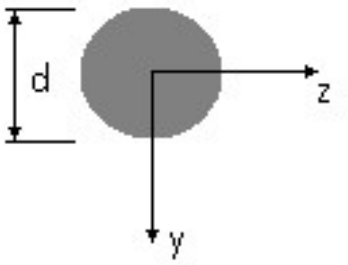
Sección : 0 / 20

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 11 %

**Barra : 112**

ø R.MACIZO. Tamaño : 40




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 12,57 | 6,28 | 6,28 | 10,7 | 10,7 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 12,57 | 12,57 | 25,14 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

d = 40

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL** (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

i(Comb.:6) = 2,65 x 10³ / ( 1257 x 275 / 1,05) + 5,02 x 10³ / {1 x 10700 x 275 / 1,05} +

+ 638636 / ( 10700 x 275 / 1,05 ) = 0,238 (62 N/mm²)

Sección : 10 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación a cortante**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 331,57 N Combinación :6

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1257 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,Rd}$ = 1257 x 275 / ( √3 x 1,05) = 190072 N

i(6) = 332 / 190072 = 0,0017 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

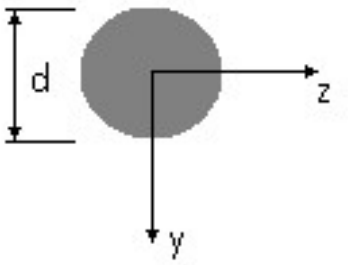
**COMPROBACION DE BARRAS.**

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 24 %

**Barra : 113**

ø R.MACIZO. Tamaño : 40




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 12,57 | 6,28 | 6,28 | 10,7 | 10,7 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 12,57 | 12,57 | 25,14 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

d = 40

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL** (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

i(Comb.:10) = 54,94 x 10³ / ( 1257 x 275 / 1,05) + 4,91 x 10³ / {1 x 10700 x 275 / 1,05} +
+ 639117 / ( 10700 x 275 / 1,05 ) = 0,397 (104 N/mm²)

Sección : 10 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación a cortante**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 331,77 N Combinación :11

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1257 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,Rd}$ = 1257 x 275 / ( √3 x 1,05) = 190072 N

i(11) = 332 / 190072 = 0,0017 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

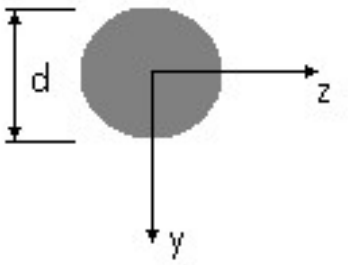
**COMPROBACION DE BARRAS.**

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 40 %

**Barra : 114**

ø R.MACIZO. Tamaño : 40




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 12,57 | 6,28 | 6,28 | 10,7 | 10,7 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 12,57 | 12,57 | 25,14 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

d = 40

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:6) = 2,65 x 10³ / ( 1257 x 275 / 1,05) + 4,82 x 10³ / {1 x 10700 x 275 / 1,05} +

+ 638636 / ( 10700 x 275 / 1,05 ) = 0,238 (62 N/mm²)

Sección : 10 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación a cortante

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 331,57 N Combinación :6

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1257 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,Rd}$ = 1257 x 275 / ( √3 x 1,05) = 190072 N

i(6) = 332 / 190072 = 0,0017 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

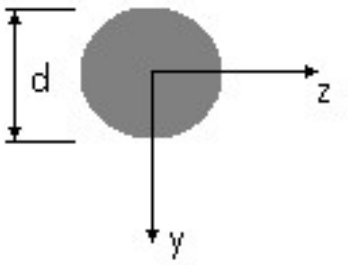
**COMPROBACION DE BARRAS.**

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 24 %

**Barra : 115**

ø R.MACIZO. Tamaño : 40




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 12,57 | 6,28 | 6,28 | 10,7 | 10,7 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 12,57 | 12,57 | 25,14 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

d = 40

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:11) = 52,59 x 10³ / ( 1257 x 275 / 1,05) + 6,35 x 10³ / {1 x 10700 x 275 / 1,05} +

+ 639090 / ( 10700 x 275 / 1,05 ) = 0,390 (102 N/mm²)

Sección : 10 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación a cortante

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 331,76 N Combinación :11

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1257 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,Rd}$ = 1257 x 275 / ( √3 x 1,05) = 190072 N

i(11) = 332 / 190072 = 0,0017 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

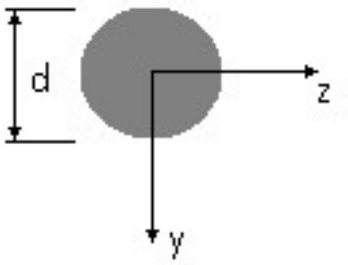
**COMPROBACION DE BARRAS.**

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 40 %

**Barra : 116**

ø R.MACIZO. Tamaño : 40




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 12,57 | 6,28 | 6,28 | 10,7 | 10,7 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 12,57 | 12,57 | 25,14 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

d = 40

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL** (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

$i(Comb.:6) = 10,95 \times 10^3 / ( 1257 \times 275 / 1,05) + 1,01 \times 10^6 / \{1 \times 10700 \times 275 / 1,05\} +$

$+ 80220,59 / ( 10700 \times 275 / 1,05 ) = 0,422$ (111 N/mm²)

Sección : 10 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación a cortante**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed} = 526,09$ N Combinación :6

Area eficaz a corte : $A_{y,V} = 1257$ mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,Rd} = 1257 \times 275 / ( \sqrt{3} \times 1,05) = 190072$ N

$i(6) = 526 / 190072 = 0,0028$ Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

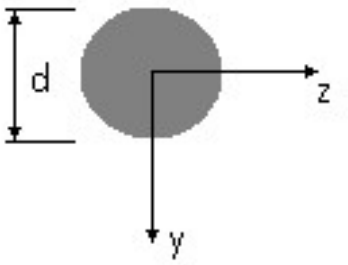
**COMPROBACION DE BARRAS.**

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 43 %

**Barra : 117**

ø R.MACIZO. Tamaño : 40




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 12,57 | 6,28 | 6,28 | 10,7 | 10,7 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 12,57 | 12,57 | 25,14 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

d = 40

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:7) = 141,99 x 10³ / ( 1257 x 275 / 1,05) + 1,01 x $10^6$ / {1 x 10700 x 275 / 1,05} +

+ 79788,49 / ( 10700 x 275 / 1,05 ) = 0,821 (215 N/mm²)

Sección : 10 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación a cortante

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 526,38 N Combinación :8

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1257 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,Rd}$ = 1257 x 275 / ( √3 x 1,05) = 190072 N

i(8) = 526 / 190072 = 0,0028 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

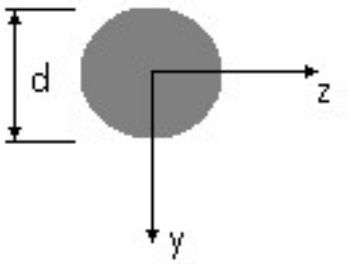
**COMPROBACION DE BARRAS.**

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 83 %

**Barra : 118**

ø R.MACIZO. Tamaño : 40




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 12,57 | 6,28 | 6,28 | 10,7 | 10,7 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 12,57 | 12,57 | 25,14 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

d = 40

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL** (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

$i(Comb.:6) = 10,57 \times 10^3 / ( 1257 \times 275 / 1,05) + 1,01 \times 10^6 / \{1 \times 10700 \times 275 / 1,05\} +$

$+ 80310,95 / ( 10700 \times 275 / 1,05 ) = 0,421$ (110 N/mm²)

Sección : 10 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación a cortante**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed} = 526,08$ N Combinación :6

Area eficaz a corte : $A_{y,V} = 1257$ mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,Rd} = 1257 \times 275 / ( \sqrt{3} \times 1,05) = 190072$ N

$i(6) = 526 / 190072 = 0,0028$ Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

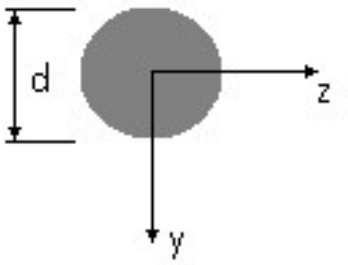
**COMPROBACION DE BARRAS.**

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 43 %

**Barra : 119**

ø R.MACIZO. Tamaño : 40




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 12,57 | 6,28 | 6,28 | 10,7 | 10,7 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 12,57 | 12,57 | 25,14 |

Dimensiones en mm

d = 40

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:8) = 129,77 x 10³ / ( 1257 x 275 / 1,05) + 1,01 x $10^6$ / {1 x 10700 x 275 / 1,05} +

+ 84395,46 / ( 10700 x 275 / 1,05 ) = 0,785 (206 N/mm²)

Sección : 10 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación a cortante

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 526,15 N Combinación :4

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1257 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,Rd}$ = 1257 x 275 / ( √3 x 1,05) = 190072 N

i(4) = 526 / 190072 = 0,0028 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

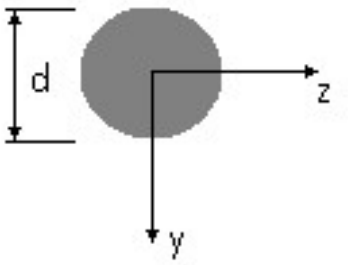
**COMPROBACION DE BARRAS.**

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 79 %

**Barra : 120**

ø R.MACIZO. Tamaño : 40




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 12,57 | 6,28 | 6,28 | 10,7 | 10,7 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 12,57 | 12,57 | 25,14 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

d = 40

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 127,54 x 10³ / ( 1257 x 275 / 1,05) + 1,01 x $10^6$ / {1 x 10700 x 275 / 1,05} +

+ 84484,03 / ( 10700 x 275 / 1,05 ) = 0,777 (204 N/mm²)

Sección : 10 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación a cortante

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 525,73 N Combinación :5

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1257 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,Rd}$ = 1257 x 275 / ( √3 x 1,05) = 190072 N

i(5) = 526 / 190072 = 0,0028 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

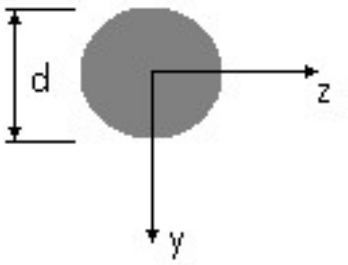
Sección : 0 / 20

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 78 %

**Barra : 121**

ø R.MACIZO. Tamaño : 40




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 12,57 | 6,28 | 6,28 | 10,7 | 10,7 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 12,57 | 12,57 | 25,14 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

d = 40

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:6) = 10,54 x 10³ / ( 1257 x 275 / 1,05) + 1,01 x $10^6$ / {1 x 10700 x 275 / 1,05} +
+ 80352,69 / ( 10700 x 275 / 1,05 ) = 0,421 (110 N/mm²)

Sección : 10 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación a cortante

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 525,65 N Combinación :6

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1257 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,Rd}$ = 1257 x 275 / ( √3 x 1,05) = 190072 N

i(6) = 526 / 190072 = 0,0028 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

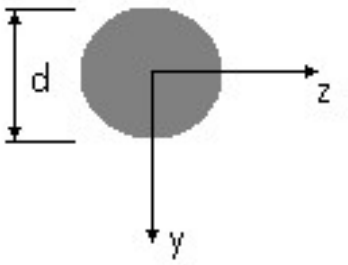
**COMPROBACION DE BARRAS.**

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 43 %

**Barra : 122**

ø R.MACIZO. Tamaño : 40




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 12,57 | 6,28 | 6,28 | 10,7 | 10,7 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 12,57 | 12,57 | 25,14 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

d = 40

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:8) = 142,05 x 10³ / ( 1257 x 275 / 1,05) + 1,01 x $10^6$ / {1 x 10700 x 275 / 1,05} +

+ 79838,98 / ( 10700 x 275 / 1,05 ) = 0,820 (215 N/mm²)

Sección : 10 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación a cortante

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 525,95 N Combinación :8

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1257 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,Rd}$ = 1257 x 275 / ( √3 x 1,05) = 190072 N

i(8) = 526 / 190072 = 0,0028 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

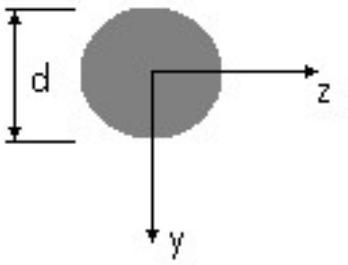
**COMPROBACION DE BARRAS.**

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 83 %

**Barra : 123**

ø R.MACIZO. Tamaño : 40




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 12,57 | 6,28 | 6,28 | 10,7 | 10,7 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 12,57 | 12,57 | 25,14 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

d = 40

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:6) = 10,92 x 10³ / ( 1257 x 275 / 1,05) + 1,01 x $10^6$ / {1 x 10700 x 275 / 1,05} +
+ 80265,31 / ( 10700 x 275 / 1,05 ) = 0,422 (110 N/mm²)

Sección : 10 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación a cortante

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 525,66 N Combinación :6

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1257 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,Rd}$ = 1257 x 275 / ( √3 x 1,05) = 190072 N

i(6) = 526 / 190072 = 0,0028 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

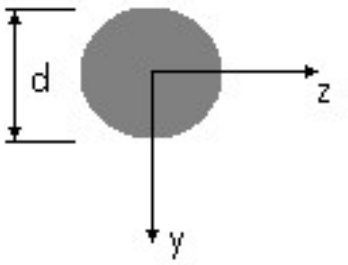
**COMPROBACION DE BARRAS.**

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 43 %

**Barra : 124**

ø R.MACIZO. Tamaño : 40




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 12,57 | 6,28 | 6,28 | 10,7 | 10,7 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 12,57 | 12,57 | 25,14 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

d = 40

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL** (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

i(Comb.:3) = 19,13 x 10³ / ( 1257 x 275 / 1,05) + 4,79 x 10³ / {1 x 10700 x 275 / 1,05} +
+ 638835 / ( 10700 x 275 / 1,05 ) = 0,288 (75 N/mm²)

Sección : 10 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación a cortante**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 331,65 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1257 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,Rd}$ = 1257 x 275 / ( √3 x 1,05) = 190072 N

i(3) = 332 / 190072 = 0,0017 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

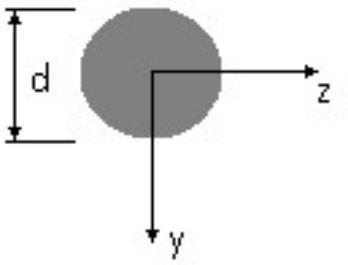
**COMPROBACION DE BARRAS.**

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 29 %

**Barra : 125**

ø R.MACIZO. Tamaño : 40




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 12,57 | 6,28 | 6,28 | 10,7 | 10,7 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 12,57 | 12,57 | 25,14 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

d = 40

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:4) = 45,55 x 10³ / ( 1257 x 275 / 1,05) + 4,83 x 10³ / {1 x 10700 x 275 / 1,05} +
+ 638976 / ( 10700 x 275 / 1,05 ) = 0,368 (96 N/mm²)

Sección : 10 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación a cortante

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 331,71 N Combinación :5

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1257 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,Rd}$ = 1257 x 275 / ( √3 x 1,05) = 190072 N

i(5) = 332 / 190072 = 0,0017 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

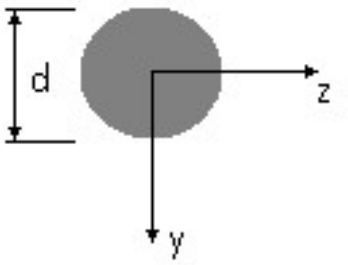
**COMPROBACION DE BARRAS.**

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 37 %

**Barra : 126**

ø R.MACIZO. Tamaño : 40




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 12,57 | 6,28 | 6,28 | 10,7 | 10,7 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 12,57 | 12,57 | 25,14 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

d = 40

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL** (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

i(Comb.:3) = 19,23 x 10³ / ( 1257 x 275 / 1,05) + 5,21 x 10³ / {1 x 10700 x 275 / 1,05} +
+ 638833 / ( 10700 x 275 / 1,05 ) = 0,288 (75 N/mm²)

Sección : 10 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación a cortante**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 331,66 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1257 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,Rd}$ = 1257 x 275 / ( √3 x 1,05) = 190072 N

i(3) = 332 / 190072 = 0,0017 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

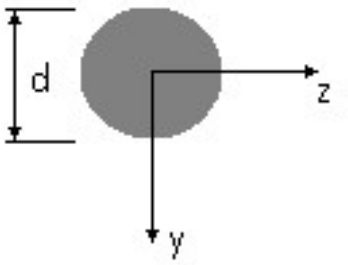
**COMPROBACION DE BARRAS.**

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 29 %

**Barra : 127**

ø R.MACIZO. Tamaño : 40




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 12,57 | 6,28 | 6,28 | 10,7 | 10,7 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 12,57 | 12,57 | 25,14 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

d = 40

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2/ \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2/ \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:4) = 43,63 x 10³ / ( 1257 x 275 / 1,05) + 5,17 x 10³ / {1 x 10700 x 275 / 1,05} +

+ 638971 / ( 10700 x 275 / 1,05 ) = 0,362 (95 N/mm²)

Sección : 10 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación a cortante

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 331,7 N Combinación :4

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1257 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,Rd}$ = 1257 x 275 / ( √3 x 1,05) = 190072 N

i(4) = 332 / 190072 = 0,0017 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

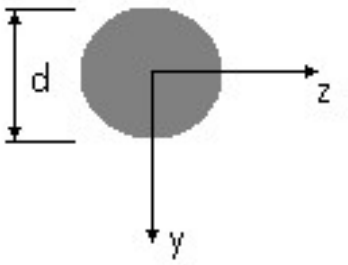
**COMPROBACION DE BARRAS.**

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 37 %

**Barra : 128**

ø R.MACIZO. Tamaño : 40




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 12,57 | 6,28 | 6,28 | 10,7 | 10,7 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 12,57 | 12,57 | 25,14 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

d = 40

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2/ \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2/ \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 125,62 x 10³ / ( 1257 x 275 / 1,05) + 1,01 x $10^6$ / {1 x 10700 x 275 / 1,05} +

+ 79747,39 / ( 10700 x 275 / 1,05 ) = 0,771 (202 N/mm²)

Sección : 10 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación a cortante

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 526,35 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1257 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,Rd}$ = 1257 x 275 / ( √3 x 1,05) = 190072 N

i(3) = 526 / 190072 = 0,0028 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

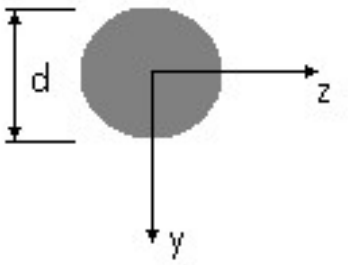
**COMPROBACION DE BARRAS.**

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 78 %

**Barra : 129**

ø R.MACIZO. Tamaño : 40




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 12,57 | 6,28 | 6,28 | 10,7 | 10,7 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 12,57 | 12,57 | 25,14 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

d = 40

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2/ \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2/ \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:4) = 21,86 x 10³ / ( 1257 x 275 / 1,05) + 1,01 x $10^6$ / {1 x 10700 x 275 / 1,05} +
+ 79604,15 / ( 10700 x 275 / 1,05 ) = 0,455 (119 N/mm²)

Sección : 10 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación a cortante

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 526,19 N Combinación :5

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1257 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,Rd}$ = 1257 x 275 / ( √3 x 1,05) = 190072 N

i(5) = 526 / 190072 = 0,0028 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

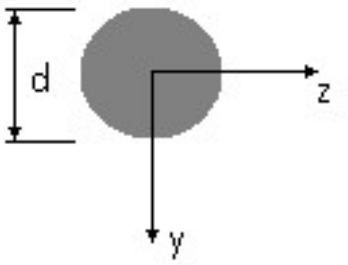
**COMPROBACION DE BARRAS.**

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 46 %

**Barra : 130**

ø R.MACIZO. Tamaño : 40




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 12,57 | 6,28 | 6,28 | 10,7 | 10,7 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 12,57 | 12,57 | 25,14 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

d = 40

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL** (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

$i(\text{Comb.:3}) = 127,99 \times 10^3 / ( 1257 \times 275 / 1,05) + 1,01 \times 10^6 / \{1 \times 10700 \times 275 / 1,05\} +$

$+ 84475,07 / ( 10700 \times 275 / 1,05 ) = 0,779$ (204 N/mm²)

Sección : 10 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación a cortante**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed} = 526,08$ N Combinación :1

Area eficaz a corte : $A_{y,V} = 1257$ mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,Rd} = 1257 \times 275 / ( \sqrt{3} \times 1,05) = 190072$ N

$i(1) = 526 / 190072 = 0,0028$ Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

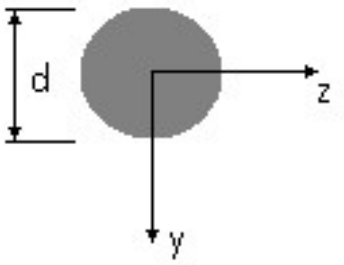
**COMPROBACION DE BARRAS.**

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 78 %

**Barra : 131**

ø R.MACIZO. Tamaño : 40




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 12,57 | 6,28 | 6,28 | 10,7 | 10,7 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 12,57 | 12,57 | 25,14 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

d = 40

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL** (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

$i(Comb.:6) = 10,57 \times 10^3 / ( 1257 \times 275 / 1,05) + 1,01 \times 10^6 / \{1 \times 10700 \times 275 / 1,05\} +$

$+ 80310,95 / ( 10700 \times 275 / 1,05 ) = 0,421$ (110 N/mm²)

Sección : 10 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación a cortante**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed} = 526,08$ N Combinación :6

Area eficaz a corte : $A_{y,V} = 1257$ mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,Rd} = 1257 \times 275 / ( \sqrt{3} \times 1,05) = 190072$ N

$i(6) = 526 / 190072 = 0,0028$ Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

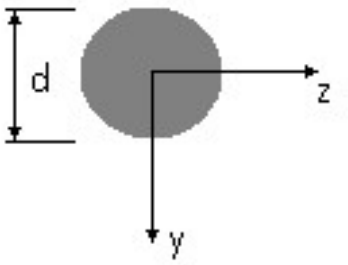
**COMPROBACION DE BARRAS.**

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 43 %

**Barra : 132**

ø R.MACIZO. Tamaño : 40




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 12,57 | 6,28 | 6,28 | 10,7 | 10,7 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 12,57 | 12,57 | 25,14 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

d = 40

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(Comb.:6) = 10,54 \times 10^3 / ( 1257 \times 275 / 1,05) + 1,01 \times 10^6 / \{1 \times 10700 \times 275 / 1,05\} +$

$+ 80352,69 / ( 10700 \times 275 / 1,05 ) = 0,421$ (110 N/mm²)

Sección : 10 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación a cortante

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed} = 525,65$ N Combinación :6

Area eficaz a corte : $A_{y,V} = 1257$ mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,Rd} = 1257 \times 275 / ( \sqrt{3} \times 1,05) = 190072$ N

$i(6) = 526 / 190072 = 0,0028$ Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

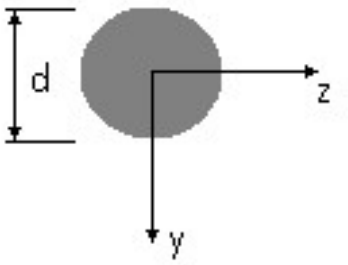
**COMPROBACION DE BARRAS.**

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 43 %

**Barra : 133**

ø R.MACIZO. Tamaño : 40




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 12,57 | 6,28 | 6,28 | 10,7 | 10,7 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 12,57 | 12,57 | 25,14 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

d = 40

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 127,61 x 10³ / ( 1257 x 275 / 1,05) + 1,01 x $10^6$ / {1 x 10700 x 275 / 1,05} +

+ 84484,03 / ( 10700 x 275 / 1,05 ) = 0,778 (204 N/mm²)

Sección : 10 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación a cortante

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 525,66 N Combinación :1

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1257 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,Rd}$ = 1257 x 275 / ( √3 x 1,05) = 190072 N

i(1) = 526 / 190072 = 0,0028 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

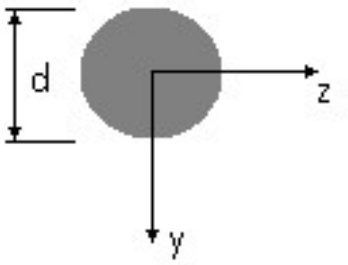
**COMPROBACION DE BARRAS.**

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 78 %

**Barra : 134**

ø R.MACIZO. Tamaño : 40




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 12,57 | 6,28 | 6,28 | 10,7 | 10,7 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 12,57 | 12,57 | 25,14 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

d = 40

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2/ \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2/ \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL** (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

$i(Comb.:4) = 27,27 \times 10^3 / ( 1257 \times 275 / 1,05) + 1,01 \times 10^6 / \{1 \times 10700 \times 275 / 1,05\} +$

$+ 79100,31 / ( 10700 \times 275 / 1,05 ) = 0,471$ (123 N/mm²)

Sección : 10 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

**CORTANTE** (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

**Comprobación a cortante**

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed} = 525,77$ N Combinación :4

Area eficaz a corte : $A_{y,V} = 1257$ mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,Rd} = 1257 \times 275 / ( \sqrt{3} \times 1,05) = 190072$ N

$i(4) = 526 / 190072 = 0,0028$ Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

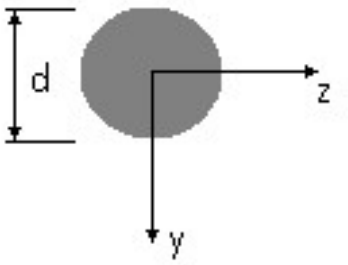
**COMPROBACION DE BARRAS.**

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 48 %

**Barra : 135**

ø R.MACIZO. Tamaño : 40




Material : Acero S-275

| **Características mecánicas** (cm², cm³,cm⁴.) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Area** | $W_{el,z}$ | $W_{el,y}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,y}$ |
| 12,57 | 6,28 | 6,28 | 10,7 | 10,7 |

| $I_z$ | $I_y$ | $I_{tor}$ |
|---|---|---|
| 12,57 | 12,57 | 25,14 |

| **Módulos de elasticidad y Resistencias** N/mm² | | | |
|---|---|---|---|
| **E** | **G** | $f_y$ | $f_u$ |
| 210000 | 80769,2 | 275 | 410 |

Dimensiones en mm

d = 40

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 - $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_z / \{X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 - $i = N_{Ed} / \{X_y \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 - $i = N_{Ed} / \{X_z \times (A^* \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \times M^*_z / \{ X_{LT} \times (W_z \times f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \times M^*_y / (W_y \times f_y / \gamma_M)$ Pandeo eje fuerte z-z (con y sin vuelco)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$ En secciones de clase 1,2 ó 3 $e_{N,y} = 0$; $e_{N,z} = 0$

Si $N_d > 0$ (barra traccionada), los coeficientes $X_y$ y $X_z$ valen 1. Si no hay vuelco $X_{LT}$ vale 1.

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$ $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$ $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes $k_{yy}$, $k_{yz}$, $k_{zy}$, $k_{zz}$ según Apéndice B – Método 2: Coeficientes recomendados de interacción $k_{ij}$ para la fórmula de interacción 6.3.3(4)

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2/ \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

$M_{cr} = c_1 \times ( \pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{½} \{ (1 + \pi^2/ \kappa^2)^{½} \}$ ; $\kappa = L_v \times \{ I_t / ( 2,6 \times I_A)\}^{½}$

## ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm², mm³, N/mm², N.mm)

### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:3) = 125,61 x 10³ / ( 1257 x 275 / 1,05) + 1,01 x $10^6$ / {1 x 10700 x 275 / 1,05} +

+ 79795,69 / ( 10700 x 275 / 1,05 ) = 0,770 (202 N/mm²)

Sección : 10 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

## CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

### Comprobación a cortante

Esfuerzo cortante máximo : $V_{y,Ed}$ = 525,92 N Combinación :3

Area eficaz a corte : $A_{y,V}$ = 1257 mm²

Resistencia plástica a cortante $V_{pl,Rd}$ = 1257 x 275 / ( √3 x 1,05) = 190072 N

i(3) = 526 / 190072 = 0,0028 Anejo 22. Apartado 5.6. Código Estructural

Sección : 0 / 20

**Proyecto : NAVE BOMBONES**

**Estructura : NAVE 4**

**COMPROBACION DE BARRAS.**

INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 78 %

## Proyecto : NAVE BOMBONES
## Estructura : NAVE 4

**RELACION DE BARRAS FUERA DE NORMA.**

Todas las barras cumplen

**Proyecto : NAVE BOMBONES**
**Estructura : NAVE 4**

**TODOS LOS DESPLAZAMIENTOS SOLICITADOS DE LOS NUDOS CUMPLEN.**

### Nudo : 15

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :

| | | |
|---|---|---|
| PLACA BASE | 350 x 360 x 17 | mm. |
| CARTELAS | 100 x 360 x 8 | mm. |
| ANCLAJES PRINCIPALES | 2 Ø 20 de 130 mm. en cada paramento. | |

COMPROBACIONES :

HORMIGON

$\sigma_{hormigón}$(11)= 10x(4x100x(10x0,56+x(.5x0,36-0,05))/(36x0,35(0.875x36-5))) = 1,7 N/mm² (Res. Portante = 30 N/mm²)

ESPESOR PLACA BASE

$\sigma_{acero\ placa}$(14)= 10x(6x0.001x9920/1,7^2) =205,9 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

ANCLAJE

Tracción máxima en anclajes (14) = 31,77 kN

Indice tracción rosca del anclaje (14) = 0,29

Long. anclaje EC-3 = 122 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm²)

ESPESOR DE LA CARTELA

$\sigma_{flexión}$(14) = 36,6 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

### Nudo : 14

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :

| | | |
|---|---|---|
| PLACA BASE | 510 x 600 x 17 | mm. |
| CARTELAS | 150 x 600 x 10 | mm. |
| ANCLAJES PRINCIPALES | 3 Ø 20 de 140 mm. en cada paramento. | |
| ANCLAJES TRANSVERSALES | 1 Ø 16 de 140 mm. en cada paramento. | |

COMPROBACIONES :

HORMIGON

$\sigma_{hormigón}$(5)= 10x(4x100x(10x0,43+x(.5x0,6-0,05))/(60x0,51(0.875x60-5))) = 1,4 N/mm² (Res. Portante = 30 N/mm²)

ESPESOR PLACA BASE

$\sigma_{acero\ placa}$(14)= 10x(6x0.001x11006/1,7^2) =228,5 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

## PLACAS DE ANCLAJE

ANCLAJE
Tracción máxima en anclajes (14) = 35,22 kN
Indice tracción rosca del anclaje (14) = 0,32
Long. anclaje EC-3 = 135 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm²)

ESPESOR DE LA CARTELA
$\sigma_{flexión}$(14) = 50,6 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

### Nudo : 13

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :

| | | |
|---|---|---|
| PLACA BASE | 410 x 420 x 25 | mm. |
| CARTELAS | 150 x 420 x 12 | mm. |
| ANCLAJES PRINCIPALES | 2 Ø 20 de 221 mm. en cada paramento. | |

COMPROBACIONES :

HORMIGON
$\sigma_{hormigón}$(11)= 10x(4x100x(10x0,14+x(.5x0,42-0,05))/(42x0,41(0.875x42-5))) = 2,9 N/mm² (Res. Portante = 30 N/mm²)

ESPESOR PLACA BASE
$\sigma_{acero\ placa}$(14)= 10x(6x0.001x17970/2,5^2) =172,5 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

ANCLAJE
Tracción máxima en anclajes (14) = 57,45 kN
Indice tracción rosca del anclaje (14) = 0,52
Long. anclaje EC-3 = 221 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm²)

ESPESOR DE LA CARTELA
$\sigma_{flexión}$(11) = 22,6 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

### Nudo : 12

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :

| | | |
|---|---|---|
| PLACA BASE | 510 x 600 x 17 | mm. |

CARTELAS 150 x 600 x 10 mm.
ANCLAJES PRINCIPALES 3 Ø 20 de 130 mm. en cada paramento.
ANCLAJES TRANSVERSALES 1 Ø 0 de 130 mm. en cada paramento.

COMPROBACIONES :

HORMIGON
$\sigma_{hormigón}$(5)= 10x(4x100x(10x0,41+x(.5x0,6-0,05))/(60x0,51(0.875x60-5))) = 1,5 N/mm² (Res. Portante = 30 N/mm²)

ESPESOR PLACA BASE
$\sigma_{acero\ placa}$(5)= 10x(6x0.001x10252/1,7^2) =212,8 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

ANCLAJE
Tracción máxima en anclajes (14) = 32,22 kN
Indice tracción rosca del anclaje (14) = 0,29
Long. anclaje EC-3 = 124 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm²)

ESPESOR DE LA CARTELA
$\sigma_{flexión}$(14) = 46,3 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

**Nudo : 11**

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :

PLACA BASE 350 x 360 x 18 mm.
CARTELAS 100 x 360 x 8 mm.
ANCLAJES PRINCIPALES 2 Ø 20 de 165 mm. en cada paramento.

COMPROBACIONES :

HORMIGON
$\sigma_{hormigón}$(14)= 10x(4x100x(10x0,56+x(.5x0,36-0,05))/(36x0,35(0.875x36-5))) = 2,1 N/mm² (Res. Portante = 30 N/mm²)

ESPESOR PLACA BASE
$\sigma_{acero\ placa}$(4)= 10x(6x0.001x12913/1,7^2) =268,1 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

ANCLAJE
Tracción máxima en anclajes (13) = 42,99 kN
Indice tracción rosca del anclaje (13) = 0,39
Long. anclaje EC-3 = 165 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm²)

ESPESOR DE LA CARTELA
$\sigma_{flexión}$(4) = 47,7 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

**Nudo : 71**

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :

| | |
|---|---|
| PLACA BASE | 530 x 860 x 30 mm. |
| CARTELAS | 300 x 860 x 15 mm. |
| ANCLAJES PRINCIPALES | 5 Ø 20 de 280 mm. en cada paramento. |
| ANCLAJES TRANSVERSALES | 2 Ø 16 de 280 mm. en cada paramento. |

COMPROBACIONES :

HORMIGON
$\sigma_{hormigón}$(8)= 10x(4x100x(10x2,66+x(.5x0,86-0,05))/(86x0,52(0.875x86-5))) = 4,4 N/mm² (Res. Portante = 30 N/mm²)

ESPESOR PLACA BASE
$\sigma_{acero\ placa}$(8)= 10x(6x0.001x27688/3^2) =184,5 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

ANCLAJE
Tracción máxima en anclajes (8) = 71,81 kN
Indice tracción rosca del anclaje (8) = 0,65
Long. anclaje EC-3 = 276 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm²)

ESPESOR DE LA CARTELA
$\sigma_{flexión}$(8) = 51,3 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

**Nudo : 64**

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :

| | |
|---|---|
| PLACA BASE | 530 x 860 x 30 mm. |
| CARTELAS | 300 x 860 x 15 mm. |
| ANCLAJES PRINCIPALES | 5 Ø 20 de 390 mm. en cada paramento. |
| ANCLAJES TRANSVERSALES | 2 Ø 0 de 390 mm. en cada paramento. |

COMPROBACIONES :

HORMIGON
$\sigma_{hormigón}$(8)= 10x(4x100x(10x4,95+x(.5x0,86-0,05))/(86x0,52(0.875x86-5))) = 6 N/mm²

## PLACAS DE ANCLAJE

(Res. Portante = 30 N/mm²)

ESPESOR PLACA BASE

$\sigma_{acero\ placa}(8)$= 10x(6x0.001x37246/3^2) =248,3 N/mm²

(límite = 275 N/mm²)

ANCLAJE

Tracción máxima en anclajes (8) = 99,05 kN

Indice tracción rosca del anclaje (8) = 0,90

Long. anclaje EC-3 = 381 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm²)

ESPESOR DE LA CARTELA

$\sigma_{flexión}(8)$ = 70,7 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

### Nudo : 57

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :

| | |
|---|---|
| PLACA BASE | 530 x 860 x 30 mm. |
| CARTELAS | 300 x 860 x 15 mm. |
| ANCLAJES PRINCIPALES | 5 Ø 20 de 390 mm. en cada paramento. |
| ANCLAJES TRANSVERSALES | 2 Ø 0 de 390 mm. en cada paramento. |

COMPROBACIONES :

HORMIGON

$\sigma_{hormigón}(8)$= 10x(4x100x(10x5,11+x(.5x0,86-0,05))/(86x0,52(0.875x86-5))) = 6,1 N/mm²

(Res. Portante = 30 N/mm²)

ESPESOR PLACA BASE

$\sigma_{acero\ placa}(8)$= 10x(6x0.001x37754/3^2) =251,6 N/mm²

(límite = 275 N/mm²)

ANCLAJE

Tracción máxima en anclajes (8) = 100,7 kN

Indice tracción rosca del anclaje (8) = 0,92

Long. anclaje EC-3 = 388 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm²)

ESPESOR DE LA CARTELA

$\sigma_{flexión}(8)$ = 71,9 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

### Nudo : 50

## PLACAS DE ANCLAJE

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :

| | |
|---|---|
| PLACA BASE | 530 x 860 x 30 mm. |
| CARTELAS | 300 x 860 x 15 mm. |
| ANCLAJES PRINCIPALES | 5 Ø 20 de 390 mm. en cada paramento. |
| ANCLAJES TRANSVERSALES | 2 Ø 0 de 390 mm. en cada paramento. |

COMPROBACIONES :

HORMIGON

$\sigma_{hormigón}$(8)= 10x(4x100x(10x4,96+x(.5x0,86-0,05))/(86x0,52(0.875x86-5))) = 6 N/mm² (Res. Portante = 30 N/mm²)

ESPESOR PLACA BASE

$\sigma_{acero\ placa}$(8)= 10x(6x0.001x37286/3^2) =248,5 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

ANCLAJE

Tracción máxima en anclajes (8) = 99,43 kN
Indice tracción rosca del anclaje (8) = 0,91
Long. anclaje EC-3 = 383 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm²)

ESPESOR DE LA CARTELA

$\sigma_{flexión}$(8) = 71 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

### Nudo : 43

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :

| | |
|---|---|
| PLACA BASE | 530 x 860 x 30 mm. |
| CARTELAS | 300 x 860 x 15 mm. |
| ANCLAJES PRINCIPALES | 5 Ø 20 de 390 mm. en cada paramento. |
| ANCLAJES TRANSVERSALES | 2 Ø 0 de 390 mm. en cada paramento. |

COMPROBACIONES :

HORMIGON

$\sigma_{hormigón}$(8)= 10x(4x100x(10x4,96+x(.5x0,86-0,05))/(86x0,52(0.875x86-5))) = 6 N/mm² (Res. Portante = 30 N/mm²)

ESPESOR PLACA BASE

$\sigma_{acero\ placa}$(8)= 10x(6x0.001x37393/3^2) =249,2 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

ANCLAJE

Tracción máxima en anclajes (8) = 99,81 kN
Indice tracción rosca del anclaje (8) = 0,91

Long. anclaje EC-3 = 384 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm²)

ESPESOR DE LA CARTELA
$\sigma_{flexión}$(8) = 71,3 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

**Nudo : 36**

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :

| | |
|---|---|
| PLACA BASE | 530 x 860 x 30 mm. |
| CARTELAS | 300 x 860 x 15 mm. |
| ANCLAJES PRINCIPALES | 5 Ø 20 de 400 mm. en cada paramento. |
| ANCLAJES TRANSVERSALES | 2 Ø 0 de 400 mm. en cada paramento. |

COMPROBACIONES :

HORMIGON
$\sigma_{hormigón}$(8)= 10x(4x100x(10x5,11+x(.5x0,86-0,05))/(86x0,52(0.875x86-5))) = 6,1 N/mm² (Res. Portante = 30 N/mm²)

ESPESOR PLACA BASE
$\sigma_{acero\ placa}$(8)= 10x(6x0.001x38025/3^2) =253,5 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

ANCLAJE
Tracción máxima en anclajes (8) = 101,7 kN
Indice tracción rosca del anclaje (8) = 0,93
Long. anclaje EC-3 = 392 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm²)

ESPESOR DE LA CARTELA
$\sigma_{flexión}$(8) = 72,6 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

**Nudo : 29**

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :

| | |
|---|---|
| PLACA BASE | 530 x 860 x 30 mm. |
| CARTELAS | 300 x 860 x 15 mm. |
| ANCLAJES PRINCIPALES | 5 Ø 20 de 390 mm. en cada paramento. |
| ANCLAJES TRANSVERSALES | 2 Ø 0 de 390 mm. en cada paramento. |

COMPROBACIONES :

HORMIGON
$\sigma_{hormigón}$(8)= 10x(4x100x(10x4,95+x(.5x0,86-0,05))/(86x0,52(0.875x86-5))) = 6 N/mm² (Res. Portante = 30 N/mm²)

ESPESOR PLACA BASE
$\sigma_{acero\ placa}$(8)= 10x(6x0.001x37359/3^2) =249 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

ANCLAJE
Tracción máxima en anclajes (8) = 99,85 kN
Indice tracción rosca del anclaje (8) = 0,91
Long. anclaje EC-3 = 385 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm²)

ESPESOR DE LA CARTELA
$\sigma_{flexión}$(8) = 71,3 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

**Nudo : 22**

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :

| | |
|---|---|
| PLACA BASE | 530 x 860 x 30 mm. |
| CARTELAS | 300 x 860 x 15 mm. |
| ANCLAJES PRINCIPALES | 5 Ø 20 de 290 mm. en cada paramento. |
| ANCLAJES TRANSVERSALES | 2 Ø 0 de 290 mm. en cada paramento. |

COMPROBACIONES :

HORMIGON
$\sigma_{hormigón}$(8)= 10x(4x100x(10x2,66+x(.5x0,86-0,05))/(86x0,52(0.875x86-5))) = 4,3 N/mm² (Res. Portante = 30 N/mm²)

ESPESOR PLACA BASE
$\sigma_{acero\ placa}$(8)= 10x(6x0.001x26626/3^2) =177,5 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

ANCLAJE
Tracción máxima en anclajes (8) = 74,66 kN
Indice tracción rosca del anclaje (8) = 0,68
Long. anclaje EC-3 = 287 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm²)

ESPESOR DE LA CARTELA
$\sigma_{flexión}$(8) = 53,3 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

**Nudo : 5**

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :

| | | |
|---|---|---|
| PLACA BASE | 350 x 360 x 17 | mm. |
| CARTELAS | 100 x 360 x 8 | mm. |
| ANCLAJES PRINCIPALES | 2 Ø 20 de 70 mm. en cada paramento. | |

COMPROBACIONES :

HORMIGON

$\sigma_{hormigón}$(11)= 10x(4x100x(10x0,56+x(.5x0,36-0,05))/(36x0,35(0.875x36-5))) = 2,5 N/mm²
(Res. Portante = 30 N/mm²)

ESPESOR PLACA BASE

$\sigma_{acero\ placa}$(11)= 10x(6x0.001x12694/1,7^2) =263,5 N/mm²
(límite = 275 N/mm²)

ANCLAJE

Tracción máxima en anclajes (14) = 16,01 kN
Indice tracción rosca del anclaje (14) = 0,14
Long. anclaje EC-3 = 61 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm²)

ESPESOR DE LA CARTELA

$\sigma_{flexión}$(11) = 49 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

**Nudo : 4**

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :

| | | |
|---|---|---|
| PLACA BASE | 510 x 600 x 17 | mm. |
| CARTELAS | 150 x 600 x 10 | mm. |
| ANCLAJES PRINCIPALES | 3 Ø 20 de 150 mm. en cada paramento. | |
| ANCLAJES TRANSVERSALES | 1 Ø 0 de 150 mm. en cada paramento. | |

COMPROBACIONES :

HORMIGON

$\sigma_{hormigón}$(11)= 10x(4x100x(10x0,43+x(.5x0,6-0,05))/(60x0,51(0.875x60-5))) = 1,8 N/mm²
(Res. Portante = 30 N/mm²)

ESPESOR PLACA BASE

$\sigma_{acero\ placa}$(11)= 10x(6x0.001x12965/1,7^2) =269,1 N/mm²
(límite = 275 N/mm²)

ANCLAJE
Tracción máxima en anclajes (11) = 38,39 kN
Indice tracción rosca del anclaje (11) = 0,35
Long. anclaje EC-3 = 148 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm²)

ESPESOR DE LA CARTELA
$\sigma_{flexión}$(11) = 55,2 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

**Nudo : 3**

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :

| | | |
|---|---|---|
| PLACA BASE | 510 x 600 x 20 | mm. |
| CARTELAS | 150 x 600 x 10 | mm. |
| ANCLAJES PRINCIPALES | 3 Ø 20 de 100 mm. en cada paramento. | |
| ANCLAJES TRANSVERSALES | 1 Ø 0 de 100 mm. en cada paramento. | |

COMPROBACIONES :

HORMIGON
$\sigma_{hormigón}$(11)= 10x(4x100x(10x0,14+x(.5x0,6-0,05))/(60x0,51(0.875x60-5))) = 1,5 N/mm²
(Res. Portante = 30 N/mm²)

ESPESOR PLACA BASE
$\sigma_{acero\ placa}$(11)= 10x(6x0.001x17302/2^2) =259,5 N/mm²
(límite = 275 N/mm²)

ANCLAJE
Tracción máxima en anclajes (14) = 24,67 kN
Indice tracción rosca del anclaje (14) = 0,22
Long. anclaje EC-3 = 95 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm²)

ESPESOR DE LA CARTELA
$\sigma_{flexión}$(11) = 59,7 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

**Nudo : 2**

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :

PLACA BASE 410 x 420 x 35 mm.
CARTELAS 150 x 420 x 12 mm.
ANCLAJES PRINCIPALES 2 Ø 20 de 321 mm. en cada paramento.

COMPROBACIONES :

HORMIGON
$\sigma_{hormigón}$(11)= 10x(4x100x(10x0,4+x(.5x0,42-0,05))/(42x0,41(0.875x42-5))) = 4,7 N/mm²
(Res. Portante = 30 N/mm²)

ESPESOR PLACA BASE
$\sigma_{acero\ placa}$(11)= 10x(6x0.001x51126/3,5^2) =250,4 N/mm²
(límite = 275 N/mm²)

ANCLAJE
Tracción máxima en anclajes (11) = 83,24 kN
Indice tracción rosca del anclaje (11) = 0,76
Long. anclaje EC-3 = 321 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm²)

ESPESOR DE LA CARTELA
$\sigma_{flexión}$(11) = 7,4 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

**Nudo : 1**

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :

PLACA BASE 350 x 360 x 18 mm.
CARTELAS 100 x 360 x 8 mm.
ANCLAJES PRINCIPALES 2 Ø 20 de 96 mm. en cada paramento.

COMPROBACIONES :

HORMIGON
$\sigma_{hormigón}$(11)= 10x(4x100x(10x0,56+x(.5x0,36-0,05))/(36x0,35(0.875x36-5))) = 2,8 N/mm²
(Res. Portante = 30 N/mm²)

ESPESOR PLACA BASE
$\sigma_{acero\ placa}$(4)= 10x(6x0.001x13164/1,7^2) =273,3 N/mm²
(límite = 275 N/mm²)

ANCLAJE
Tracción máxima en anclajes (13) = 25,08 kN
Indice tracción rosca del anclaje (13) = 0,23
Long. anclaje EC-3 = 96 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm²)

ESPESOR DE LA CARTELA
$\sigma_{flexión}$(11) = 51,3 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

**Nudo : 21**

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :

| | |
|---|---|
| PLACA BASE | 530 x 860 x 30 mm. |
| CARTELAS | 300 x 860 x 15 mm. |
| ANCLAJES PRINCIPALES | 5 Ø 20 de 250 mm. en cada paramento. |
| ANCLAJES TRANSVERSALES | 2 Ø 0 de 250 mm. en cada paramento. |

COMPROBACIONES :

HORMIGON

$\sigma_{hormigón}$(3)= 10x(4x100x(10x2,55+x(.5x0,86-0,05))/(86x0,52(0.875x86-5))) = 4 N/mm² (Res. Portante = 30 N/mm²)

ESPESOR PLACA BASE

$\sigma_{acero\ placa}$(3)= 10x(6x0.001x25203/3^2) =168 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

ANCLAJE

Tracción máxima en anclajes (3) = 62,65 kN
Indice tracción rosca del anclaje (3) = 0,57
Long. anclaje EC-3 = 241 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm²)

ESPESOR DE LA CARTELA

$\sigma_{flexión}$(3) = 44,8 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

**Nudo : 28**

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :

| | |
|---|---|
| PLACA BASE | 530 x 860 x 30 mm. |
| CARTELAS | 300 x 860 x 15 mm. |
| ANCLAJES PRINCIPALES | 5 Ø 20 de 350 mm. en cada paramento. |
| ANCLAJES TRANSVERSALES | 2 Ø 0 de 350 mm. en cada paramento. |

COMPROBACIONES :

HORMIGON

$\sigma_{hormigón}$(3)= 10x(4x100x(10x4,85+x(.5x0,86-0,05))/(86x0,52(0.875x86-5))) = 5,7 N/mm²
(Res. Portante = 30 N/mm²)

ESPESOR PLACA BASE

$\sigma_{acero\ placa}$(3)= 10x(6x0.001x35816/3^2) =238,7 N/mm²
(límite = 275 N/mm²)

ANCLAJE

Tracción máxima en anclajes (3) = 90,53 kN
Indice tracción rosca del anclaje (3) = 0,83
Long. anclaje EC-3 = 349 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm²)

ESPESOR DE LA CARTELA

$\sigma_{flexión}$(3) = 64,6 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

**Nudo : 35**

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :

| | |
|---|---|
| PLACA BASE | 530 x 860 x 30 mm. |
| CARTELAS | 300 x 860 x 15 mm. |
| ANCLAJES PRINCIPALES | 5 Ø 20 de 360 mm. en cada paramento. |
| ANCLAJES TRANSVERSALES | 2 Ø 0 de 360 mm. en cada paramento. |

COMPROBACIONES :

HORMIGON

$\sigma_{hormigón}$(3)= 10x(4x100x(10x5,01+x(.5x0,86-0,05))/(86x0,52(0.875x86-5))) = 5,8 N/mm²
(Res. Portante = 30 N/mm²)

ESPESOR PLACA BASE

$\sigma_{acero\ placa}$(3)= 10x(6x0.001x36356/3^2) =242,3 N/mm²
(límite = 275 N/mm²)

ANCLAJE

Tracción máxima en anclajes (3) = 92,19 kN
Indice tracción rosca del anclaje (3) = 0,84
Long. anclaje EC-3 = 355 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm²)

ESPESOR DE LA CARTELA

$\sigma_{flexión}$(3) = 65,8 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

### Nudo : 42

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :

| | |
|---|---|
| PLACA BASE | 530 x 860 x 30 mm. |
| CARTELAS | 300 x 860 x 15 mm. |
| ANCLAJES PRINCIPALES | 5 Ø 20 de 350 mm. en cada paramento. |
| ANCLAJES TRANSVERSALES | 2 Ø 0 de 350 mm. en cada paramento. |

COMPROBACIONES :

HORMIGON

$\sigma_{hormigón}$(3)= 10x(4x100x(10x4,86+x(.5x0,86-0,05))/(86x0,52(0.875x86-5))) = 5,7 N/mm² (Res. Portante = 30 N/mm²)

ESPESOR PLACA BASE

$\sigma_{acero\ placa}$(3)= 10x(6x0.001x35678/3^2) =237,8 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

ANCLAJE

Tracción máxima en anclajes (3) = 90,14 kN

Indice tracción rosca del anclaje (3) = 0,82

Long. anclaje EC-3 = 347 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm²)

ESPESOR DE LA CARTELA

$\sigma_{flexión}$(3) = 64,4 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

### Nudo : 49

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :

| | |
|---|---|
| PLACA BASE | 530 x 860 x 30 mm. |
| CARTELAS | 300 x 860 x 15 mm. |
| ANCLAJES PRINCIPALES | 5 Ø 20 de 350 mm. en cada paramento. |
| ANCLAJES TRANSVERSALES | 2 Ø 0 de 350 mm. en cada paramento. |

COMPROBACIONES :

HORMIGON

$\sigma_{hormigón}$(3)= 10x(4x100x(10x4,86+x(.5x0,86-0,05))/(86x0,52(0.875x86-5))) = 5,7 N/mm² (Res. Portante = 30 N/mm²)

ESPESOR PLACA BASE

$\sigma_{acero\ placa}$(3)= 10x(6x0.001x35677/3^2) =237,8 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

## PLACAS DE ANCLAJE

ANCLAJE
Tracción máxima en anclajes (3) = 90,14 kN
Indice tracción rosca del anclaje (3) = 0,82
Long. anclaje EC-3 = 347 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm²)

ESPESOR DE LA CARTELA
$\sigma_{flexión}$(3) = 64,4 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

### Nudo : 56

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :

| | |
|---|---|
| PLACA BASE | 530 x 860 x 30 mm. |
| CARTELAS | 300 x 860 x 15 mm. |
| ANCLAJES PRINCIPALES | 5 Ø 20 de 360 mm. en cada paramento. |
| ANCLAJES TRANSVERSALES | 2 Ø 0 de 360 mm. en cada paramento. |

COMPROBACIONES :

HORMIGON
$\sigma_{hormigón}$(3)= 10x(4x100x(10x5,01+x(.5x0,86-0,05))/(86x0,52(0.875x86-5))) = 5,8 N/mm² (Res. Portante = 30 N/mm²)

ESPESOR PLACA BASE
$\sigma_{acero\ placa}$(3)= 10x(6x0.001x36353/3^2) =242,3 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

ANCLAJE
Tracción máxima en anclajes (3) = 92,17 kN
Indice tracción rosca del anclaje (3) = 0,84
Long. anclaje EC-3 = 355 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm²)

ESPESOR DE LA CARTELA
$\sigma_{flexión}$(3) = 65,8 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

### Nudo : 63

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :

| | |
|---|---|
| PLACA BASE | 530 x 860 x 30 mm. |

CARTELAS 300 x 860 x 15 mm.
ANCLAJES PRINCIPALES 5 Ø 20 de 350 mm. en cada paramento.
ANCLAJES TRANSVERSALES 2 Ø 0 de 350 mm. en cada paramento.

COMPROBACIONES :

HORMIGON
$\sigma_{hormigón}$(3)= 10x(4x100x(10x4,85+x(.5x0,86-0,05))/(86x0,52(0.875x86-5))) = 5,7 N/mm² (Res. Portante = 30 N/mm²)

ESPESOR PLACA BASE
$\sigma_{acero\ placa}$(3)= 10x(6x0.001x35819/3^2) =238,7 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

ANCLAJE
Tracción máxima en anclajes (3) = 90,55 kN
Indice tracción rosca del anclaje (3) = 0,83
Long. anclaje EC-3 = 349 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm²)

ESPESOR DE LA CARTELA
$\sigma_{flexión}$(3) = 64,7 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

**Nudo : 70**

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :

PLACA BASE 530 x 860 x 30 mm.
CARTELAS 300 x 860 x 15 mm.
ANCLAJES PRINCIPALES 5 Ø 20 de 250 mm. en cada paramento.
ANCLAJES TRANSVERSALES 2 Ø 0 de 250 mm. en cada paramento.

COMPROBACIONES :

HORMIGON
$\sigma_{hormigón}$(3)= 10x(4x100x(10x2,55+x(.5x0,86-0,05))/(86x0,52(0.875x86-5))) = 4 N/mm² (Res. Portante = 30 N/mm²)

ESPESOR PLACA BASE
$\sigma_{acero\ placa}$(3)= 10x(6x0.001x25243/3^2) =168,2 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

ANCLAJE
Tracción máxima en anclajes (3) = 62,76 kN
Indice tracción rosca del anclaje (3) = 0,57
Long. anclaje EC-3 = 242 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm²)

ESPESOR DE LA CARTELA
$\sigma_{flexión}$(3) = 44,8 N/mm² (límite = 275 N/mm²)

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

$\sigma_{acero\ placa} = 6 \times M_{máx} / (\text{Espesor placa})^2$

**Nudo : 15**

DIMENSIONES Y TENSIONES DE CALCULO DEL HORMIGON (COMPROBACION)

Zapata rígida de hormigón en masa

| LY (m.) | LZ (m.) | HX (m.) | Lepy(m.) | Lepz(m.) | DepY(m.) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2,10 | 2,00 | 1,00 | 0,25 | 0,24 | 0,00 |

| fctd(N/mm²) | fcv(N/mm²) |
|---|---|
| 1,20 | 0,13 |

COMBINACION :3
Combinación más desfavorable para : tension media terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 123,54 | -0,13 | -0,64 | -0,49 | -2,17 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 100,00 | 95,19 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -6,65 | -7,25 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -7,90 | -5,23 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :5
Combinación más desfavorable para : vuelco + deslizamiento

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 82,73 | 24,42 | -2,09 | 30,72 | -4,57 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,04 | 0,04 | 0,00 |

## ZAPATAS.

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 2,83 | 1,69 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -13,76 | 24,73 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8,39 | 2,16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :11
Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + tension max. terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 98,90 | 24,34 | -2,63 | 30,41 | -6,37 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,01 | 0,05 | 0,04 | 0,00 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 3,41 | 2,02 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -18,65 | 19,92 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4,16 | -2,96 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :14
Combinación más desfavorable para : Arm. superior

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 82,73 | 24,42 | -2,09 | 30,72 | -4,57 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,04 | 0,04 | 0,00 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 2,83 | 1,69 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -13,76 | 24,73 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8,39 | 2,16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :15
Combinación más desfavorable para : cortante maximo

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 96,10 | 5,13 | -4,51 | 5,14 | -9,11 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,01 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 19,65 | 7,03 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -1,73 | 4,60 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6,94 | -4,23 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 14**

DIMENSIONES Y TENSIONES DE CALCULO DEL HORMIGON (COMPROBACION)

Zapata de hormigón en masa

| LY (m.) | LZ (m.) | HX (m.) | Lepy(m.) | Lepz(m.) | DepY(m.) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2,40 | 2,20 | 0,40 | 0,45 | 0,41 | 0,00 |

| fctd(N/mm²) | fcv(N/mm²) |
|---|---|
| 1,20 | 0,16 |

COMBINACION :5
Combinación más desfavorable para : vuelco + deslizamiento

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 56,96 | 16,67 | -1,01 | 35,46 | -5,50 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,03 | 0,03 | 0,00 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 1,93 | 1,71 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -23,04 | 14,71 | 0,39 | -32,17 | 21,13 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1,09 | -4,49 | 0,07 | 1,61 | -6,44 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :10
Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + cortante maximo + tension media terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 95,01 | 10,49 | 0,67 | 19,95 | 0,71 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,01 | 0,03 | 0,03 | 0,01 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 5,71 | 4,52 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -23,97 | -2,36 | 0,41 | -33,70 | -3,53 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -11,78 | -12,55 | 0,20 | -16,73 | -17,84 | 0,02 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :14
Combinación más desfavorable para : Arm. superior + tension max. terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 56,96 | 16,67 | -1,01 | 35,46 | -5,50 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,03 | 0,03 | 0,00 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 1,93 | 1,71 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -23,04 | 14,71 | 0,39 | -32,17 | 21,13 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1,09 | -4,49 | 0,07 | 1,61 | -6,44 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 13**

DIMENSIONES Y TENSIONES DE CALCULO DEL HORMIGON (AUTODIMENSIONADO)

Zapata rígida de hormigón en masa

| LY (m.) | LZ (m.) | HX (m.) | Lepy(m.) | Lepz(m.) | DepY(m.) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2,30 | 1,80 | 0,60 | 0,31 | 0,31 | 0,00 |

| fctd(N/mm²) | fcv(N/mm²) |
|---|---|
| 1,20 | 0,15 |

COMBINACION :3
Combinación más desfavorable para : tension media terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 127,93 | -4,61 | 0,30 | -13,48 | 0,08 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,04 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 10,91 | 13,85 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -13,97 | -30,12 | 0,28 | -12,05 | -28,93 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -15,86 | -15,94 | 0,12 | -12,26 | -12,34 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :4
Combinación más desfavorable para : vuelco + deslizamiento

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 66,30 | 16,10 | 0,18 | 32,57 | 0,45 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,04 | 0,04 | 0,00 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 2,34 | 2,06 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -21,79 | 16,47 | 0,20 | -22,58 | 17,26 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -1,55 | -1,55 | 0,01 | -1,20 | -1,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :10
Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + cortante maximo

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 116,37 | 12,62 | 0,41 | 22,43 | 0,52 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,01 | 0,04 | 0,04 | 0,01 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 5,97 | 4,61 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -31,75 | -4,88 | 0,29 | -31,07 | -2,98 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -12,92 | -13,50 | 0,10 | -9,94 | -10,49 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :11
Combinación más desfavorable para : tension max. terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 117,01 | 12,50 | -0,32 | 21,97 | -2,21 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,01 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 6,12 | 4,68 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -31,68 | -5,36 | 0,29 | -30,97 | -3,46 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -12,12 | -14,60 | 0,11 | -9,17 | -11,50 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :13
Combinación más desfavorable para : Arm. superior

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 66,30 | 16,10 | 0,18 | 32,57 | 0,45 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,04 | 0,04 | 0,00 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 2,34 | 2,06 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -21,79 | 16,47 | 0,20 | -22,58 | 17,26 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -1,55 | -1,55 | 0,01 | -1,20 | -1,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 12**

DIMENSIONES Y TENSIONES DE CALCULO DEL HORMIGON (COMPROBACION)

Zapata de hormigón en masa

| LY (m.) | LZ (m.) | HX (m.) | Lepy(m.) | Lepz(m.) | DepY(m.) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2,40 | 2,20 | 0,40 | 0,45 | 0,41 | 0,00 |

| fctd(N/mm²) | fcv(N/mm²) |
|---|---|
| 1,20 | 0,16 |

COMBINACION :4
Combinación más desfavorable para : vuelco + deslizamiento

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 54,87 | 16,83 | 0,15 | 35,92 | 0,05 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,03 | 0,03 | 0,00 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 1,83 | 1,63 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -22,90 | 14,94 | 0,39 | -31,95 | 21,29 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -1,14 | -1,14 | 0,02 | -1,61 | -1,61 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :11
Combinación más desfavorable para : tension media terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 94,41 | 9,95 | -1,39 | 17,45 | -6,87 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,01 | 0,03 | 0,02 | 0,01 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 6,49 | 4,70 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -22,43 | -3,54 | 0,38 | -31,56 | -5,17 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -8,26 | -15,75 | 0,25 | -11,64 | -22,46 | 0,02 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :13
Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + Arm. superior + cortante maximo

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 54,87 | 16,83 | 0,15 | 35,92 | 0,05 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,03 | 0,03 | 0,00 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 1,83 | 1,63 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -22,90 | 14,94 | 0,39 | -31,95 | 21,29 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -1,14 | -1,14 | 0,02 | -1,61 | -1,61 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :14
Combinación más desfavorable para : tension max. terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 65,19 | 15,26 | -1,06 | 30,87 | -5,93 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,03 | 0,02 | 0,00 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 2,53 | 2,13 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -21,57 | 12,48 | 0,37 | -30,20 | 17,76 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -0,79 | -6,79 | 0,11 | -1,05 | -9,72 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 11**

DIMENSIONES Y TENSIONES DE CALCULO DEL HORMIGON (AUTODIMENSIONADO)

Zapata rígida de hormigón en masa

| LY (m.) | LZ (m.) | HX (m.) | Lepy(m.) | Lepz(m.) | DepY(m.) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2,10 | 2,00 | 1,00 | 0,25 | 0,24 | 0,00 |

| fctd(N/mm²) | fcv(N/mm²) |
|---|---|
| 1,20 | 0,13 |

COMBINACION :3
Combinación más desfavorable para : tension media terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 123,55 | -0,13 | 0,82 | -0,49 | 2,27 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 100,00 | 74,17 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -6,65 | -7,26 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -5,18 | -7,96 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :4
Combinación más desfavorable para : vuelco + deslizamiento

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 81,12 | 26,51 | -4,36 | 34,13 | -9,06 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,05 | 0,04 | 0,00 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 2,50 | 1,51 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -15,29 | 26,89 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11,93 | 0,19 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :11
Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + tension max. terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 100,83 | 26,98 | -3,62 | 34,38 | -7,21 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0,01 | 0,05 | 0,04 | 0,00 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 3,08 | 1,85 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -21,03 | 20,56 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4,72 | -5,14 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :13
Combinación más desfavorable para : Arm. superior

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 81,12 | 26,51 | -4,36 | 34,13 | -9,06 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,05 | 0,04 | 0,00 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 2,50 | 1,51 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -15,29 | 26,89 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11,93 | 0,19 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :15
Combinación más desfavorable para : cortante maximo

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 96,13 | 5,13 | 4,46 | 5,14 | 9,05 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,01 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 19,64 | 7,07 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -1,74 | 4,60 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6,90 | -4,20 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 71**

DIMENSIONES Y TENSIONES DE CALCULO DEL HORMIGON (COMPROBACION)

Zapata rígida de hormigón en masa

| LY (m.) | LZ (m.) | HX (m.) | Lepy(m.) | Lepz(m.) | DepY(m.) |
|---|---|---|---|---|---|
| 4,10 | 2,00 | 1,10 | 0,63 | 0,41 | 0,00 |

| fctd(N/mm²) | fcv(N/mm²) |
|---|---|
| 1,20 | 0,13 |

COMBINACION :8
Combinación más desfavorable para : vuelco + deslizamiento

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 322,32 | -80,41 | 8,05 | -297,10 | 8,17 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,10 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 2,22 | 1,99 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 102,63 | -231,50 | 0,57 | 58,14 | -126,19 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -21,08 | -27,94 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :10
Combinación más desfavorable para : tension media terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 335,74 | -74,27 | 8,04 | -254,73 | 8,12 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 2,70 | 2,25 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 83,18 | -218,22 | 0,54 | 50,93 | -117,71 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -24,76 | -31,97 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :11
Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + Arm. superior + cortante maximo + tension max. terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 322,32 | -80,41 | 8,05 | -297,10 | 8,17 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,10 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 2,22 | 1,99 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 102,63 | -231,50 | 0,57 | 58,14 | -126,19 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -21,08 | -27,94 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 64**

DIMENSIONES Y TENSIONES DE CALCULO DEL HORMIGON (COMPROBACION)

Zapata rígida de hormigón en masa

| LY (m.) | LZ (m.) | HX (m.) | Lepy(m.) | Lepz(m.) | DepY(m.) |
|---|---|---|---|---|---|
| 4,10 | 2,00 | 1,10 | 0,63 | 0,41 | 0,00 |

| fctd(N/mm²) | fcv(N/mm²) |
|---|---|
| 1,20 | 0,13 |

COMBINACION :3
Combinación más desfavorable para : tension media terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 354,87 | -108,28 | 0,48 | -384,97 | 2,14 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,12 | 0,00 | 0,00 | 0,12 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 1,89 | 1,64 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 115,09 | -317,04 | 0,79 | 58,45 | -174,40 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -32,52 | -32,52 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :8
Combinación más desfavorable para : vuelco + deslizamiento

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 336,28 | -111,11 | -0,56 | -407,27 | -2,45 |

**ZAPATAS.**

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,14 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 1,69 | 1,51 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 119,17 | -352,47 | 0,87 | 58,45 | -198,71 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -28,05 | -28,05 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :11

Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + Arm. superior + cortante maximo + tension max. terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata

Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 336,28 | -111,11 | -0,56 | -407,27 | -2,45 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,14 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 1,69 | 1,51 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 119,17 | -352,47 | 0,87 | 58,45 | -198,71 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -28,05 | -28,05 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 57**

DIMENSIONES Y TENSIONES DE CALCULO DEL HORMIGON (COMPROBACION)

Zapata rígida de hormigón en masa

**ZAPATAS.**

| LY (m.) | LZ (m.) | HX (m.) | Lepy(m.) | Lepz(m.) | DepY(m.) |
|---|---|---|---|---|---|
| 4,10 | 2,00 | 1,10 | 0,63 | 0,41 | 0,00 |

| fctd(N/mm²) | fcv(N/mm²) |
|---|---|
| 1,20 | 0,13 |

COMBINACION :3
Combinación más desfavorable para : tension media terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 356,65 | -110,62 | 0,27 | -393,50 | 1,23 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,13 | 0,00 | 0,00 | 0,13 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 1,86 | 1,61 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 117,01 | -333,48 | 0,83 | 58,45 | -184,25 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -32,95 | -32,95 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :8
Combinación más desfavorable para : vuelco + deslizamiento

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 337,22 | -112,25 | -0,68 | -410,94 | -3,08 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,14 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 1,68 | 1,50 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 119,17 | -353,78 | 0,88 | 58,45 | -199,43 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -28,27 | -28,27 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :11
Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + Arm. superior + cortante maximo + tension max. terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 337,22 | -112,25 | -0,68 | -410,94 | -3,08 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,14 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 1,68 | 1,50 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 119,17 | -353,78 | 0,88 | 58,45 | -199,43 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -28,27 | -28,27 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 50**

DIMENSIONES Y TENSIONES DE CALCULO DEL HORMIGON (COMPROBACION)

Zapata rígida de hormigón en masa

| LY (m.) | LZ (m.) | HX (m.) | Lepy(m.) | Lepz(m.) | DepY(m.) |
|---|---|---|---|---|---|
| 4,10 | 2,00 | 1,10 | 0,63 | 0,41 | 0,00 |

| fctd(N/mm²) | fcv(N/mm²) |
|---|---|
| 1,20 | 0,13 |

COMBINACION :3
Combinación más desfavorable para : tension media terreno

**ZAPATAS.**

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 354,85 | -108,54 | 0,09 | -386,04 | 0,41 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,13 | 0,00 | 0,00 | 0,13 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 1,88 | 1,63 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 117,02 | -331,19 | 0,82 | 58,45 | -183,02 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -32,53 | -32,53 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :8
Combinación más desfavorable para : vuelco + deslizamiento

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 335,53 | -110,34 | -0,86 | -404,09 | -3,85 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,13 | 0,00 | 0,00 | 0,13 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 1,70 | 1,52 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 118,90 | -335,16 | 0,83 | 58,45 | -187,69 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -31,53 | -24,35 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :11
Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + Arm. superior + cortante maximo + tension max. terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata

**ZAPATAS.**

Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 335,53 | -110,34 | -0,86 | -404,09 | -3,85 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,13 | 0,00 | 0,00 | 0,13 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 1,70 | 1,52 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 118,90 | -335,16 | 0,83 | 58,45 | -187,69 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -31,53 | -24,35 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 43**

DIMENSIONES Y TENSIONES DE CALCULO DEL HORMIGON (COMPROBACION)

Zapata rígida de hormigón en masa

| LY (m.) | LZ (m.) | HX (m.) | Lepy(m.) | Lepz(m.) | DepY(m.) |
|---|---|---|---|---|---|
| 4,10 | 2,00 | 1,10 | 0,63 | 0,41 | 0,00 |

| fctd(N/mm²) | fcv(N/mm²) |
|---|---|
| 1,20 | 0,13 |

COMBINACION :3
Combinación más desfavorable para : tension media terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 354,85 | -108,54 | -0,09 | -386,04 | -0,41 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,13 | 0,00 | 0,00 | 0,13 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|

| | |
|---|---|
| 1,88 | 1,63 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 117,02 | -331,19 | 0,82 | 58,45 | -183,02 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -32,53 | -32,53 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :8
Combinación más desfavorable para : vuelco + deslizamiento

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 335,62 | -110,44 | -1,03 | -404,46 | -4,62 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,13 | 0,00 | 0,00 | 0,13 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 1,70 | 1,52 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 118,90 | -335,29 | 0,83 | 58,45 | -187,76 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -31,55 | -24,37 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :11
Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + Arm. superior + cortante maximo + tension max. terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 335,62 | -110,44 | -1,03 | -404,46 | -4,62 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,13 | 0,00 | 0,00 | 0,13 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 1,70 | 1,52 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 118,90 | -335,29 | 0,83 | 58,45 | -187,76 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -31,55 | -24,37 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 36**

DIMENSIONES Y TENSIONES DE CALCULO DEL HORMIGON (COMPROBACION)

Zapata rígida de hormigón en masa

| LY (m.) | LZ (m.) | HX (m.) | Lepy(m.) | Lepz(m.) | DepY(m.) |
|---|---|---|---|---|---|
| 4,10 | 2,00 | 1,10 | 0,63 | 0,41 | 0,00 |

| fctd(N/mm²) | fcv(N/mm²) |
|---|---|
| 1,20 | 0,13 |

COMBINACION :3
Combinación más desfavorable para : tension media terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 356,65 | -110,62 | -0,27 | -393,50 | -1,23 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,13 | 0,00 | 0,00 | 0,13 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 1,86 | 1,61 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 117,01 | -333,48 | 0,83 | 58,45 | -184,25 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -32,95 | -32,95 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :8

**ZAPATAS.**

Combinación más desfavorable para : vuelco + deslizamiento

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 337,26 | -112,27 | -1,19 | -411,03 | -5,37 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,13 | 0,00 | 0,00 | 0,14 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 1,68 | 1,50 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 119,16 | -353,84 | 0,88 | 58,45 | -199,46 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -31,92 | -24,71 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :11
Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + Arm. superior + cortante maximo + tension max. terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 337,26 | -112,27 | -1,19 | -411,03 | -5,37 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,13 | 0,00 | 0,00 | 0,14 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 1,68 | 1,50 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 119,16 | -353,84 | 0,88 | 58,45 | -199,46 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -31,92 | -24,71 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 29**

DIMENSIONES Y TENSIONES DE CALCULO DEL HORMIGON (COMPROBACION)

Zapata rígida de hormigón en masa

| LY (m.) | LZ (m.) | HX (m.) | Lepy(m.) | Lepz(m.) | DepY(m.) |
|---|---|---|---|---|---|
| 4,10 | 2,00 | 1,10 | 0,63 | 0,41 | 0,00 |

| fctd(N/mm²) | fcv(N/mm²) |
|---|---|
| 1,20 | 0,13 |

COMBINACION :3
Combinación más desfavorable para : tension media terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 354,87 | -108,28 | -0,48 | -384,97 | -2,14 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,12 | 0,00 | 0,00 | 0,12 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 1,89 | 1,64 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 115,09 | -317,04 | 0,79 | 58,45 | -174,40 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -32,52 | -32,52 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :8
Combinación más desfavorable para : vuelco + deslizamiento

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 334,50 | -109,55 | -1,45 | -401,60 | -6,42 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,13 | 0,00 | 0,00 | 0,13 |

**ZAPATAS.**

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 1,71 | 1,53 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 118,90 | -333,77 | 0,83 | 58,45 | -186,94 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -31,28 | -24,12 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :11

Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + Arm. superior + cortante maximo + tension max. terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata

Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 334,50 | -109,55 | -1,45 | -401,60 | -6,42 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,13 | 0,00 | 0,00 | 0,13 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 1,71 | 1,53 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 118,90 | -333,77 | 0,83 | 58,45 | -186,94 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -31,28 | -24,12 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 22**

DIMENSIONES Y TENSIONES DE CALCULO DEL HORMIGON (COMPROBACION)

Zapata rígida de hormigón en masa

| LY (m.) | LZ (m.) | HX (m.) | Lepy(m.) | Lepz(m.) | DepY(m.) |
|---|---|---|---|---|---|
| 4,10 | 2,00 | 1,10 | 0,63 | 0,41 | 0,00 |

| fctd(N/mm²) | fcv(N/mm²) |
|---|---|

| | |
|---|---|
| 1,20 | 0,13 |

COMBINACION :3
Combinación más desfavorable para : tension media terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 314,25 | -71,27 | -8,74 | -250,44 | -11,70 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 2,57 | 2,19 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 86,35 | -197,23 | 0,49 | 51,71 | -106,83 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -29,46 | -16,79 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :8
Combinación más desfavorable para : vuelco + deslizamiento

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 282,89 | -77,62 | -23,58 | -286,07 | -30,42 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,11 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 2,03 | 1,74 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 112,75 | -220,00 | 0,55 | 58,43 | -122,16 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -30,56 | -1,47 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :11
Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + Arm. superior + cortante maximo + tension max. terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 282,89 | -77,62 | -23,58 | -286,07 | -30,42 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,11 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 2,03 | 1,74 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 112,75 | -220,00 | 0,55 | 58,43 | -122,16 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -30,56 | -1,47 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 5**

DIMENSIONES Y TENSIONES DE CALCULO DEL HORMIGON (COMPROBACION)

Zapata rígida de hormigón en masa

| LY (m.) | LZ (m.) | HX (m.) | Lepy(m.) | Lepz(m.) | DepY(m.) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2,10 | 2,00 | 1,00 | 0,25 | 0,24 | 0,00 |

| fctd(N/mm²) | fcv(N/mm²) |
|---|---|
| 1,20 | 0,13 |

COMBINACION :5
Combinación más desfavorable para : vuelco

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 121,68 | 5,82 | -1,93 | 12,25 | -4,47 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,02 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 10,43 | 9,92 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -13,93 | 1,17 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -3,29 | -8,77 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :6
Combinación más desfavorable para : deslizamiento

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 96,10 | -5,13 | -4,51 | -5,14 | -9,11 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,02 | 0,01 | 0,03 | 0,03 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 19,65 | 7,03 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4,60 | -1,73 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -4,23 | 6,94 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :10
Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + tension media terreno + tension max. terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 139,83 | 5,90 | -2,43 | 12,57 | -6,00 |

**ZAPATAS.**

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,03 | 0,05 | 0,04 | 0,02 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 11,68 | 10,96 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -19,67 | -4,18 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -7,60 | -14,94 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :15
Combinación más desfavorable para : Arm. superior + cortante maximo

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 96,10 | -5,13 | -4,51 | -5,14 | -9,11 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,02 | 0,01 | 0,03 | 0,03 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 19,65 | 7,03 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4,60 | -1,73 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -4,23 | 6,94 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 4**

DIMENSIONES Y TENSIONES DE CALCULO DEL HORMIGON (COMPROBACION)

Zapata de hormigón en masa

| LY (m.) | LZ (m.) | HX (m.) | Lepy(m.) | Lepz(m.) | DepY(m.) |
|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 2,40 | 2,20 | 0,40 | 0,45 | 0,41 | 0,00 |

| fctd(N/mm²) | fcv(N/mm²) |
|---|---|
| 1,20 | 0,16 |

COMBINACION :5
Combinación más desfavorable para : vuelco + deslizamiento

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 56,53 | 17,26 | -1,10 | 36,30 | -5,91 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,04 | 0,03 | 0,00 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 1,87 | 1,63 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -24,32 | 14,83 | 0,41 | -33,93 | 21,22 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1,63 | -5,09 | 0,08 | 2,40 | -7,31 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :10
Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + cortante maximo + tension media terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 94,65 | 23,59 | 0,54 | 52,64 | 0,06 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,04 | 0,04 | 0,00 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 2,16 | 2,01 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -42,78 | 13,24 | 0,73 | -59,96 | 19,43 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -12,16 | -12,16 | 0,19 | -17,28 | -17,28 | 0,02 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :11
Combinación más desfavorable para : tension max. terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 85,63 | 22,51 | -0,61 | 49,58 | -5,42 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,05 | 0,04 | 0,00 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 2,07 | 1,90 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -38,74 | 13,88 | 0,66 | -54,25 | 20,28 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -6,40 | -12,72 | 0,20 | -9,02 | -18,14 | 0,02 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :14
Combinación más desfavorable para : Arm. superior

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 56,53 | 17,26 | -1,10 | 36,30 | -5,91 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,04 | 0,03 | 0,00 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 1,87 | 1,63 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -24,32 | 14,83 | 0,41 | -33,93 | 21,22 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1,63 | -5,09 | 0,08 | 2,40 | -7,31 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 3**

DIMENSIONES Y TENSIONES DE CALCULO DEL HORMIGON (COMPROBACION)

Zapata de hormigón en masa

| LY (m.) | LZ (m.) | HX (m.) | Lepy(m.) | Lepz(m.) | DepY(m.) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2,40 | 2,20 | 0,40 | 0,40 | 0,35 | 0,00 |

| fctd(N/mm²) | fcv(N/mm²) |
|---|---|
| 1,20 | 0,16 |

COMBINACION :3
Combinación más desfavorable para : tension media terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 119,00 | 4,61 | 0,30 | 12,56 | 0,01 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,02 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 11,37 | 12,88 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -28,43 | -14,26 | 0,48 | -38,18 | -19,20 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -19,81 | -19,83 | 0,31 | -28,68 | -28,70 | 0,03 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :4
Combinación más desfavorable para : vuelco + deslizamiento

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 64,58 | 17,34 | 0,21 | 32,81 | 0,42 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,03 | 0,03 | 0,00 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 2,36 | 1,86 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -23,13 | 13,44 | 0,39 | -31,02 | 18,44 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -4,02 | -4,02 | 0,06 | -5,82 | -5,82 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :11
Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + cortante maximo + tension max. terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 115,38 | 20,87 | -0,27 | 42,34 | -2,07 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,04 | 0,04 | 0,00 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 3,27 | 2,76 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -44,09 | 3,66 | 0,75 | -59,18 | 4,84 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -17,59 | -19,95 | 0,31 | -25,46 | -28,88 | 0,03 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :14
Combinación más desfavorable para : Arm. superior

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 65,32 | 17,40 | -0,50 | 32,89 | -2,10 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,03 | 0,03 | 0,00 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 2,38 | 1,88 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -23,54 | 13,47 | 0,40 | -31,57 | 18,49 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -3,32 | -5,01 | 0,08 | -4,81 | -7,25 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 2**

DIMENSIONES Y TENSIONES DE CALCULO DEL HORMIGON (AUTODIMENSIONADO)

Zapata rígida de hormigón en masa

| LY (m.) | LZ (m.) | HX (m.) | Lepy(m.) | Lepz(m.) | DepY(m.) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2,30 | 1,80 | 0,60 | 0,36 | 0,35 | 0,00 |

| fctd(N/mm²) | fcv(N/mm²) |
|---|---|
| 1,20 | 0,15 |

COMBINACION :3
Combinación más desfavorable para : tension media terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 102,91 | 7,07 | -0,36 | 19,32 | -1,17 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,01 | 0,04 | 0,04 | 0,01 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 6,13 | 7,26 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -24,39 | -2,17 | 0,23 | -25,08 | -0,89 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -8,80 | -10,04 | 0,07 | -7,18 | -8,41 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :4
Combinación más desfavorable para : vuelco + deslizamiento

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 63,42 | 17,77 | 0,26 | 41,31 | 0,68 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,05 | 0,05 | 0,00 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 1,77 | 1,78 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -28,11 | 18,19 | 0,26 | -31,05 | 17,88 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -0,21 | -1,46 | 0,01 | -0,07 | -1,32 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :11
Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + cortante maximo + tension max. terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 102,81 | 24,20 | -1,22 | 58,50 | -6,30 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,07 | 0,06 | 0,00 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 2,02 | 2,12 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -49,94 | 17,16 | 0,46 | -53,33 | 17,88 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -6,31 | -12,35 | 0,09 | -4,75 | -10,76 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :13
Combinación más desfavorable para : Arm. superior

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 63,42 | 17,77 | 0,26 | 41,31 | 0,68 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,05 | 0,05 | 0,00 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 1,77 | 1,78 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -28,11 | 18,19 | 0,26 | -31,05 | 17,88 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -0,21 | -1,46 | 0,01 | -0,07 | -1,32 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 1**

DIMENSIONES Y TENSIONES DE CALCULO DEL HORMIGON (AUTODIMENSIONADO)

Zapata rígida de hormigón en masa

| LY (m.) | LZ (m.) | HX (m.) | Lepy(m.) | Lepz(m.) | DepY(m.) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2,10 | 2,00 | 1,00 | 0,25 | 0,24 | 0,00 |

| fctd(N/mm²) | fcv(N/mm²) |
|---|---|
| 1,20 | 0,13 |

COMBINACION :4
Combinación más desfavorable para : vuelco

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata

**ZAPATAS.**

Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 121,91 | 7,07 | -4,14 | 14,82 | -8,75 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,03 | 0,05 | 0,03 | 0,01 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 8,64 | 7,44 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -15,59 | 2,69 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -0,74 | -11,46 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :6
Combinación más desfavorable para : deslizamiento

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 96,13 | -5,13 | 4,46 | -5,14 | 9,05 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,02 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 19,64 | 7,07 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4,60 | -1,74 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6,90 | -4,20 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :11
Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + tension media terreno + tension max. terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 141,82 | 7,15 | -3,39 | 15,14 | -6,89 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,03 | 0,05 | 0,04 | 0,02 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 9,84 | 8,96 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -21,87 | -3,20 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -7,62 | -16,06 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :15
Combinación más desfavorable para : Arm. superior + cortante maximo

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 96,13 | -5,13 | 4,46 | -5,14 | 9,05 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,02 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 19,64 | 7,07 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4,60 | -1,74 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6,90 | -4,20 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 21**

DIMENSIONES Y TENSIONES DE CALCULO DEL HORMIGON (COMPROBACION)

Zapata rígida de hormigón en masa

| LY (m.) | LZ (m.) | HX (m.) | Lepy(m.) | Lepz(m.) | DepY(m.) |
|---|---|---|---|---|---|
| 4,10 | 2,00 | 1,10 | 0,63 | 0,41 | 0,00 |

| fctd(N/mm²) | fcv(N/mm²) |
|---|---|
| 1,20 | 0,13 |

COMBINACION :3
Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + Arm. superior + cortante maximo + vuelco + deslizamiento + tension media terreno + tension max. terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 313,82 | 70,55 | -8,75 | 243,28 | -11,70 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,09 | 0,08 | 0,00 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 2,64 | 2,21 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -196,79 | 86,40 | 0,49 | -106,60 | 51,72 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -16,70 | -29,35 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 28**

DIMENSIONES Y TENSIONES DE CALCULO DEL HORMIGON (COMPROBACION)

Zapata rígida de hormigón en masa

| LY (m.) | LZ (m.) | HX (m.) | Lepy(m.) | Lepz(m.) | DepY(m.) |
|---|---|---|---|---|---|
| 4,10 | 2,00 | 1,10 | 0,63 | 0,41 | 0,00 |

| fctd(N/mm²) | fcv(N/mm²) |
|---|---|
| 1,20 | 0,13 |

COMBINACION :3
Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + Arm. superior + cortante maximo + vuelco + deslizamiento + tension media terreno + tension max. terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 354,69 | 108,27 | -0,48 | 379,63 | -2,13 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,12 | 0,12 | 0,00 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 1,92 | 1,64 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -316,83 | 115,09 | 0,79 | -174,29 | 58,45 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -32,48 | -32,48 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 35**

DIMENSIONES Y TENSIONES DE CALCULO DEL HORMIGON (COMPROBACION)

Zapata rígida de hormigón en masa

| LY (m.) | LZ (m.) | HX (m.) | Lepy(m.) | Lepz(m.) | DepY(m.) |
|---|---|---|---|---|---|
| 4,10 | 2,00 | 1,10 | 0,63 | 0,41 | 0,00 |

| fctd(N/mm²) | fcv(N/mm²) |
|---|---|
| 1,20 | 0,13 |

COMBINACION :3
Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + Arm. superior + cortante maximo + vuelco + deslizamiento + tension media terreno + tension max. terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 356,42 | 110,62 | -0,28 | 388,20 | -1,24 |

**ZAPATAS.**

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,13 | 0,13 | 0,00 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 1,88 | 1,61 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -333,18 | 117,01 | 0,83 | -184,09 | 58,45 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -32,90 | -32,90 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 42**

DIMENSIONES Y TENSIONES DE CALCULO DEL HORMIGON (COMPROBACION)

Zapata rígida de hormigón en masa

| LY (m.) | LZ (m.) | HX (m.) | Lepy(m.) | Lepz(m.) | DepY(m.) |
|---|---|---|---|---|---|
| 4,10 | 2,00 | 1,10 | 0,63 | 0,41 | 0,00 |

| fctd(N/mm²) | fcv(N/mm²) |
|---|---|
| 1,20 | 0,13 |

COMBINACION :3

Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + Arm. superior + cortante maximo + vuelco + deslizamiento + tension media terreno + tension max. terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata

Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 354,63 | 108,54 | -0,09 | 380,80 | -0,41 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,12 | 0,12 | 0,00 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 1,91 | 1,63 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

**ZAPATAS.**

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -316,75 | 115,10 | 0,79 | -174,25 | 58,45 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -32,47 | -32,47 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 49**

DIMENSIONES Y TENSIONES DE CALCULO DEL HORMIGON (COMPROBACION)

Zapata rígida de hormigón en masa

| LY (m.) | LZ (m.) | HX (m.) | Lepy(m.) | Lepz(m.) | DepY(m.) |
|---|---|---|---|---|---|
| 4,10 | 2,00 | 1,10 | 0,63 | 0,41 | 0,00 |

| fctd(N/mm²) | fcv(N/mm²) |
|---|---|
| 1,20 | 0,13 |

COMBINACION :3

Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + Arm. superior + cortante maximo + vuelco + deslizamiento + tension media terreno + tension max. terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata

Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 354,63 | 108,54 | 0,09 | 380,80 | 0,41 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,12 | 0,12 | 0,00 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 1,91 | 1,63 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -316,75 | 115,10 | 0,79 | -174,25 | 58,45 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -32,47 | -32,47 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 56**

DIMENSIONES Y TENSIONES DE CALCULO DEL HORMIGON (COMPROBACION)

Zapata rígida de hormigón en masa

| LY (m.) | LZ (m.) | HX (m.) | Lepy(m.) | Lepz(m.) | DepY(m.) |
|---|---|---|---|---|---|
| 4,10 | 2,00 | 1,10 | 0,63 | 0,41 | 0,00 |

| fctd(N/mm²) | fcv(N/mm²) |
|---|---|
| 1,20 | 0,13 |

COMBINACION :3
Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + Arm. superior + cortante maximo + vuelco + deslizamiento + tension media terreno + tension max. terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 356,42 | 110,62 | 0,28 | 388,20 | 1,24 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,13 | 0,13 | 0,00 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 1,88 | 1,61 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -333,18 | 117,01 | 0,83 | -184,09 | 58,45 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -32,90 | -32,90 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 63**

DIMENSIONES Y TENSIONES DE CALCULO DEL HORMIGON (COMPROBACION)

Zapata rígida de hormigón en masa

| LY (m.) | LZ (m.) | HX (m.) | Lepy(m.) | Lepz(m.) | DepY(m.) |
|---|---|---|---|---|---|
| 4,10 | 2,00 | 1,10 | 0,63 | 0,41 | 0,00 |

| fctd(N/mm²) | fcv(N/mm²) |
|---|---|
| 1,20 | 0,13 |

COMBINACION :3
Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + Arm. superior + cortante maximo + vuelco + deslizamiento + tension media terreno + tension max. terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 354,69 | 108,27 | 0,48 | 379,63 | 2,13 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,12 | 0,12 | 0,00 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 1,92 | 1,64 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -316,83 | 115,09 | 0,79 | -174,29 | 58,45 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -32,48 | -32,48 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Nudo : 70**

DIMENSIONES Y TENSIONES DE CALCULO DEL HORMIGON (COMPROBACION)

Zapata rígida de hormigón en masa

| LY (m.) | LZ (m.) | HX (m.) | Lepy(m.) | Lepz(m.) | DepY(m.) |
|---|---|---|---|---|---|
| 4,10 | 2,00 | 1,10 | 0,63 | 0,41 | 0,00 |

| fctd(N/mm²) | fcv(N/mm²) |
|---|---|
| 1,20 | 0,13 |

COMBINACION :3
Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + Arm. superior + cortante maximo + vuelco + deslizamiento + tension max. terreno

**ZAPATAS.**

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 313,82 | 70,55 | 8,75 | 243,28 | 11,70 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,09 | 0,08 | 0,00 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 2,64 | 2,21 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -196,79 | 86,40 | 0,49 | -106,60 | 51,72 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -16,70 | -29,35 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

COMBINACION :11
Combinación más desfavorable para : tension media terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata
Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

| RXz(kN.) | RYz(kN.) | RZz(kN.) | MZz(kNm.) | MYz(kNm.) |
|---|---|---|---|---|
| 333,84 | 44,47 | 8,05 | 146,00 | 7,98 |

Tensiones del terreno en vértices de zapata

| σ a | σ b | σ c | σ d |
|---|---|---|---|
| 0,02 | 0,07 | 0,06 | 0,01 |

Seguridad a vuelco y deslizamiento

| CSV | CSD |
|---|---|
| 4,69 | 3,69 |

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones. Armaduras y punzonamiento.

| MFy- | MFy+ | σ(máx) | Qy- | Qy+ | τ | Ai,y(cm²) | As,y(cm²) | T.punz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -149,05 | 19,80 | 0,37 | -78,99 | 15,62 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| MFz- | MFz+ | σ(máx) | Qz- | Qz+ | τ | Ai,z(cm²) | As,z(cm²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -23,49 | -31,78 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

## Proyecto : NAVE BOMBONES
## Estructura : NAVE 4
**CALCULO DE CORREAS.**

CARGA PERMANENTE : 0,2 kN/m²/Cubierta. Duración permanente
CARGA MANTENIMIENTO : 0,4 kN/m²/Proy. horizontal. Duración corta
CARGA NIEVE : 1,38 kN/m²/Proy. horizontal. Duración corta
VIENTO PRESION MAYOR : 0,058 kN/m²/Cubierta. Duración corta
VIENTO SUCCION MAYOR : 0,598 kN/m²/Cubierta. Duración corta
CARGA CONCENTRADA MANTENIMIENTO : 1 kN. Duración corta

MATERIAL CORREAS : Acero S-275
SECCION : Z Conformada 100-2.0
PENDIENTE FALDON : 12,6 % Equiv. a 7 º
SEPARACION CORREAS : 0,8 m.
POSICION CORREAS : Normal al faldón
NUMERO TIRANTILLAS POR VANO : SUJETA

LUZ DEL VANO : 4,83 m.
NUMERO DE VANOS CONTINUOS : 2
ALTITUD TOPOGRAFICA : 890

Tension ( 2) = 2768090,07 / 14700 + 0 / 7250 = 188,31 N/mm²
indice = ( 188,31 / ( 275 / 1,05) ) = 0,72
( 2) Corresponde a :Permanente + 'Nieve' + Viento
Donde 'Nieve' es la acción variable dominante

Flecha vano relativa a la integridad en combinación característica ( 2) = 11,41 mm. Admisible = 16,1 mm.
( 2) Corresponde a :Permanente + 'Nieve' + Viento
Donde 'Nieve' es la acción variable dominante
Flecha vano relativa a la apariencia en combinación casi permanente ( 2) = 4,69 mm. Admisible = 16,1 mm.
( 2) Corresponde a :Permanente + 'Nieve' + Viento
Donde 'Nieve' es la acción variable dominante

## Proyecto : NAVE BOMBONES
## Estructura : NAVE 4
**MEDICIONES.**

### BARRAS

| TIPO | DIMENSION | LONG. (m) | Peso (kg.) |
|---|---|---|---|
| IPE | 180 | 47,98 | 900,2 |
| IPE | 240 | 217,51 | 6675,9 |
| IPE | 550 | 191,91 | 20186,5 |
| ø R.MACIZO | 40 | 184,87 | 1824,2 |
| I HEA | 140 | 24 | 591,6 |
| I HEA | 200 | 15 | 633,5 |
| I HEA | 300 | 27 | 2384,5 |
| I HEA | 400 | 96 | 11982,3 |
| | | **Subtotal .....** | **45178,7** |

### PLACAS DE ANCLAJE

| CHAPA | PESO (Kg.) |
|---|---|
| # 8 | 18,1 |
| # 10 | 56,6 |
| # 12 | 23,8 |
| # 15 | 972,2 |
| # 17 | 189,8 |
| # 20 | 48,1 |
| # 25 | 33,8 |
| # 30 | 1717,5 |
| # 35 | 47,4 |
| **Subtotal .....** | **3107,3** |

### ANCLAJES y BULONES

| REDONDO | LONG. (m) | PESO (Kg.) |
|---|---|---|
| Ø 16 | 128,7 | 2,3 |
| Ø 20 | 1,4 | 317,4 |
| **Subtotal .....** | | **319,7** |

### ZAPATA :1

| | MEDICION | PRECIO |
|---|---|---|
| EXCAVACION | 4,2 | 50,4 |
| HORMIGON | 4,2 | 294,0 |
| ACERO | 39,6 | 67,3 |

**Subtotal ..... 411,7**

**ZAPATA :2**

| | MEDICION | PRECIO |
|---|---|---|
| EXCAVACION | 2,1 | 25,4 |
| HORMIGON | 2,1 | 147,9 |
| ACERO | 49,7 | 84,6 |

**Subtotal ..... 257,9**

**ZAPATA :3**

| | MEDICION | PRECIO |
|---|---|---|
| EXCAVACION | 2,5 | 29,9 |
| HORMIGON | 2,5 | 173,9 |
| ACERO | 39,0 | 66,3 |

**Subtotal ..... 270,1**

**ZAPATA :4**

| | MEDICION | PRECIO |
|---|---|---|
| EXCAVACION | 2,1 | 25,4 |
| HORMIGON | 2,1 | 147,9 |
| ACERO | 49,7 | 84,6 |

**Subtotal ..... 257,9**

**ZAPATA :5**

| | MEDICION | PRECIO |
|---|---|---|
| EXCAVACION | 4,2 | 50,4 |
| HORMIGON | 4,2 | 294,0 |
| ACERO | 39,6 | 67,3 |

**Subtotal ..... 411,7**

**ZAPATA :6**

| | MEDICION | PRECIO |
|---|---|---|
| EXCAVACION | 9,0 | 108,3 |
| HORMIGON | 9,0 | 631,4 |

| | | |
|---|---|---|
| ACERO | 77,2 | 131,4 |
| | **Subtotal .....** | **871,1** |

**ZAPATA :7**

| | **MEDICION** | **PRECIO** |
|---|---|---|
| EXCAVACION | 9,0 | 108,3 |
| HORMIGON | 9,0 | 631,4 |
| ACERO | 77,2 | 131,4 |
| | **Subtotal .....** | **871,1** |

**ZAPATA :8**

| | **MEDICION** | **PRECIO** |
|---|---|---|
| EXCAVACION | 9,0 | 108,3 |
| HORMIGON | 9,0 | 631,4 |
| ACERO | 77,2 | 131,4 |
| | **Subtotal .....** | **871,1** |

**ZAPATA :9**

| | **MEDICION** | **PRECIO** |
|---|---|---|
| EXCAVACION | 9,0 | 108,3 |
| HORMIGON | 9,0 | 631,4 |
| ACERO | 77,2 | 131,4 |
| | **Subtotal .....** | **871,1** |

**ZAPATA :10**

| | **MEDICION** | **PRECIO** |
|---|---|---|
| EXCAVACION | 9,0 | 108,3 |
| HORMIGON | 9,0 | 631,4 |
| ACERO | 77,2 | 131,4 |
| | **Subtotal .....** | **871,1** |

**ZAPATA :11**

| | **MEDICION** | **PRECIO** |
|---|---|---|
| EXCAVACION | 9,0 | 108,3 |

| | | |
|---|---|---|
| HORMIGON | 9,0 | 631,4 |
| ACERO | 77,2 | 131,4 |
| | **Subtotal .....** | **871,1** |

**ZAPATA :12**

| | **MEDICION** | **PRECIO** |
|---|---|---|
| EXCAVACION | 9,0 | 108,3 |
| HORMIGON | 9,0 | 631,4 |
| ACERO | 77,2 | 131,4 |
| | **Subtotal .....** | **871,1** |

**ZAPATA :13**

| | **MEDICION** | **PRECIO** |
|---|---|---|
| EXCAVACION | 9,0 | 108,3 |
| HORMIGON | 9,0 | 631,4 |
| ACERO | 77,2 | 131,4 |
| | **Subtotal .....** | **871,1** |

**ZAPATA :14**

| | **MEDICION** | **PRECIO** |
|---|---|---|
| EXCAVACION | 4,2 | 50,4 |
| HORMIGON | 4,2 | 294,0 |
| ACERO | 39,6 | 67,3 |
| | **Subtotal .....** | **411,7** |

**ZAPATA :15**

| | **MEDICION** | **PRECIO** |
|---|---|---|
| EXCAVACION | 2,1 | 25,4 |
| HORMIGON | 2,1 | 147,9 |
| ACERO | 49,7 | 84,6 |
| | **Subtotal .....** | **257,9** |

**ZAPATA :16**

| | **MEDICION** | **PRECIO** |
|---|---|---|

**MEDICIONES.**

| | | |
|---|---|---|
| EXCAVACION | 2,1 | 25,4 |
| HORMIGON | 2,1 | 147,9 |
| ACERO | 49,7 | 84,6 |
| | **Subtotal .....** | **257,9** |

**ZAPATA :17**

| | **MEDICION** | **PRECIO** |
|---|---|---|
| EXCAVACION | 2,5 | 29,9 |
| HORMIGON | 2,5 | 173,9 |
| ACERO | 39,0 | 66,3 |
| | **Subtotal .....** | **270,1** |

**ZAPATA :18**

| | **MEDICION** | **PRECIO** |
|---|---|---|
| EXCAVACION | 4,2 | 50,4 |
| HORMIGON | 4,2 | 294,0 |
| ACERO | 39,6 | 67,3 |
| | **Subtotal .....** | **411,7** |

**ZAPATA :19**

| | **MEDICION** | **PRECIO** |
|---|---|---|
| EXCAVACION | 9,0 | 108,3 |
| HORMIGON | 9,0 | 631,4 |
| ACERO | 77,2 | 131,4 |
| | **Subtotal .....** | **871,1** |

**ZAPATA :20**

| | **MEDICION** | **PRECIO** |
|---|---|---|
| EXCAVACION | 9,0 | 108,3 |
| HORMIGON | 9,0 | 631,4 |
| ACERO | 77,2 | 131,4 |
| | **Subtotal .....** | **871,1** |

**MEDICIONES.**

**ZAPATA :21**

| | MEDICION | PRECIO |
|---|---|---|
| EXCAVACION | 9,0 | 108,3 |
| HORMIGON | 9,0 | 631,4 |
| ACERO | 77,2 | 131,4 |
| | **Subtotal .....** | **871,1** |

**ZAPATA :22**

| | MEDICION | PRECIO |
|---|---|---|
| EXCAVACION | 9,0 | 108,3 |
| HORMIGON | 9,0 | 631,4 |
| ACERO | 77,2 | 131,4 |
| | **Subtotal .....** | **871,1** |

**ZAPATA :23**

| | MEDICION | PRECIO |
|---|---|---|
| EXCAVACION | 9,0 | 108,3 |
| HORMIGON | 9,0 | 631,4 |
| ACERO | 77,2 | 131,4 |
| | **Subtotal .....** | **871,1** |

**ZAPATA :24**

| | MEDICION | PRECIO |
|---|---|---|
| EXCAVACION | 9,0 | 108,3 |
| HORMIGON | 9,0 | 631,4 |
| ACERO | 77,2 | 131,4 |
| | **Subtotal .....** | **871,1** |

**ZAPATA :25**

| | MEDICION | PRECIO |
|---|---|---|
| EXCAVACION | 9,0 | 108,3 |
| HORMIGON | 9,0 | 631,4 |
| ACERO | 77,2 | 131,4 |

**Subtotal ..... 871,1**

**ZAPATA :26**

| | MEDICION | PRECIO |
|---|---|---|
| EXCAVACION | 9,0 | 108,3 |
| HORMIGON | 9,0 | 631,4 |
| ACERO | 77,2 | 131,4 |

**Subtotal ..... 871,1**

# ANEJO 6.2. CÁLCULO DE INSTALACIONES

## Sub anejo 6.2.1 Instalación de fontanería

Miguel Tazo Castrillo
Universidad de Valladolid (Campus de Palencia) - E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Grado en Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

# ÍNDICE

**1. Introducción ..... 3**

**2. Descripción de la instalación de suministro de agua. ..... 3**

**2.1. Elementos que componen la instalación ..... 3**

**2.1.1. Red de agua fría ..... 3**

**2.1.2. Red de agua caliente. ..... 4**

**3. Necesidades de agua. ..... 5**

**3.1. Descripción de necesidades ..... 6**

**3.2. Determinación de grupos y tramos ..... 6**

**3.3. Determinación de los caudales ..... 8**

**3.3.1. Caudal de AFS ..... 8**

**3.3.2. Caudal de ACS ..... 9**

**4. Dimensionado ..... 9**

**4.1. Dimensionado de AFS ..... 9**

**4.2. Dimensionado de ACS ..... 11**

# 1. Introducción

En este anejo se llevará a cabo el dimensionado de la instalación de fontanería, con el objetivo de determinar tanto la demanda de agua fría como el volumen necesario de agua caliente sanitaria (ACS) requerido por el funcionamiento de la fábrica.

El abastecimiento de agua procederá de la red general del polígono industrial de Villadangos del Páramo (León), que ya cuenta con acometida disponible en la parcela destinada al proyecto. Para la red interior, se emplearán tuberías de polipropileno SDR 6, por su resistencia, facilidad de montaje y durabilidad.

La disposición y recorrido de la instalación, tanto de agua fría como de ACS, puede consultarse en el Documento II: Planos, específicamente en el plano: Instalación de fontanería y saneamiento.

Para el diseño y ejecución de esta instalación se seguirán los criterios establecidos en la normativa vigente, destacando:

- Código Técnico de la Edificación, según el Documento Básico de Salubridad (CTE DB-HS 4).

# 2. Descripción de la instalación de suministro de agua.

## 2.1. Elementos que componen la instalación

### 2.1.1. Red de agua fría

La instalación de abastecimiento de agua para la fábrica de bombones en Villadangos del Páramo incluye los siguientes componentes esenciales:

Acometida

La acometida se conectará a la red de abastecimiento del polígono industrial, que dispone de punto de toma en la parcela. Estará compuesta, como mínimo, por:

- Una llave de toma o collarín de toma en carga sobre la tubería principal de la red exterior.
- Un tubo de acometida, encargado de enlazar la llave de toma con la llave general de corte.
- Una llave de corte exterior, ubicada fuera del límite de propiedad, para permitir el corte del suministro sin necesidad de acceso a la instalación interior.

Arqueta del contador

La arqueta o armario del contador general albergará los siguientes elementos, dispuestos en serie y en posición paralela al plano del suelo:

- Llave general de corte.
- Filtro general.
- Contador de agua.
- Llave o grifo de prueba.
- Válvula de retención.
- Llave de salida.

Esta configuración permite una correcta gestión del suministro, así como el desmontaje seguro del contador mediante las llaves de entrada y salida.

Distribuidor principal

El distribuidor principal se instalará en zonas comunes de paso, y estará provisto de llaves de corte en todas sus derivaciones. Esto facilita la sectorización de la red y evita la interrupción completa del servicio ante una avería localizada.

Tubo de alimentación

El tubo de alimentación, encargado de llevar el agua desde la salida del contador a los ramales secundarios, también discurrirá por áreas comunes, facilitando su mantenimiento y accesibilidad.

Red de distribución interior

Se compone del conjunto de tuberías, válvulas y accesorios que aseguran el reparto eficiente del agua a los distintos puntos de consumo de la industria.
La red de agua fría se instalará enterrada y discurrirá paralela al plano del suelo y a los paramentos verticales, manteniendo una separación mínima de 4 cm respecto a la red de agua caliente sanitaria (ACS), cumpliendo con lo exigido por el CTE-DB HS 4.

### 2.1.2. Red de agua caliente.

La disponibilidad de agua caliente en la fábrica se consigue mediante la instalación de dos calentadores eléctricos. La red de Agua Caliente Sanitaria (ACS) está compuesta por los mismos componentes que la instalación de agua fría, manteniéndose separada de esta última una distancia mínima de 4 cm.

## 3. Necesidades de agua.

Según el CTE DB-HS4 el caudal instantáneo mínimo de agua fría y ACS debe ser:

Tabla1: Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato.

| Tipo de aparato | Caudal instantáneo mínimo de agua fría [$dm^3/s$] | Caudal instantáneo mínimo de ACS [$dm^3/s$] |
|---|---|---|
| Lavamanos | 0,05 | 0,03 |
| Lavabo | 0,10 | 0,065 |
| Ducha | 0,20 | 0,10 |
| Bañera de 1,40 m o más | 0,30 | 0,20 |
| Bañera de menos de 1,40 m | 0,20 | 0,15 |
| Bidé | 0,10 | 0,065 |
| Inodoro con cisterna | 0,10 | - |
| Inodoro con fluxor | 1,25 | - |
| Urinarios con grifo temporizado | 0,15 | - |
| Urinarios con cisterna (c/u) | 0,04 | - |
| Fregadero doméstico | 0,20 | 0,10 |
| Fregadero no doméstico | 0,30 | 0,20 |
| Lavavajillas doméstico | 0,15 | 0,10 |
| Lavavajillas industrial (20 servicios) | 0,25 | 0,20 |
| Lavadero | 0,20 | 0,10 |
| Lavadora doméstica | 0,20 | 0,15 |
| Lavadora industrial (8 kg) | 0,60 | 0,40 |
| Grifo aislado | 0,15 | 0,10 |
| Grifo garaje | 0,20 | - |
| Vertedero | 0,20 | - |

Fuente: CTE DB-HS4

Con el objetivo de determinar los caudales reales requeridos sin incurrir en un sobredimensionamiento innecesario de la instalación, y con la intención de optimizar el uso del agua y mejorar la eficiencia del sistema, se aplica el coeficiente de simultaneidad o de coincidencia, el cual se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$K = \frac{1}{\sqrt{n-1}}$$

Siendo:

- K: coeficiente de simultaneidad
- n: número de elementos instalados

En los tramos donde solo hay un equipo que pueda funcionar simultáneamente, el coeficiente de simultaneidad será 1.

## 3.1. Descripción de necesidades

| ZONA 1 | | Caudal necesario | |
|---|---|---|---|
| | | AFS | ACS |
| Laboratorio | 1 fregadero | 0,2 | 0,1 |

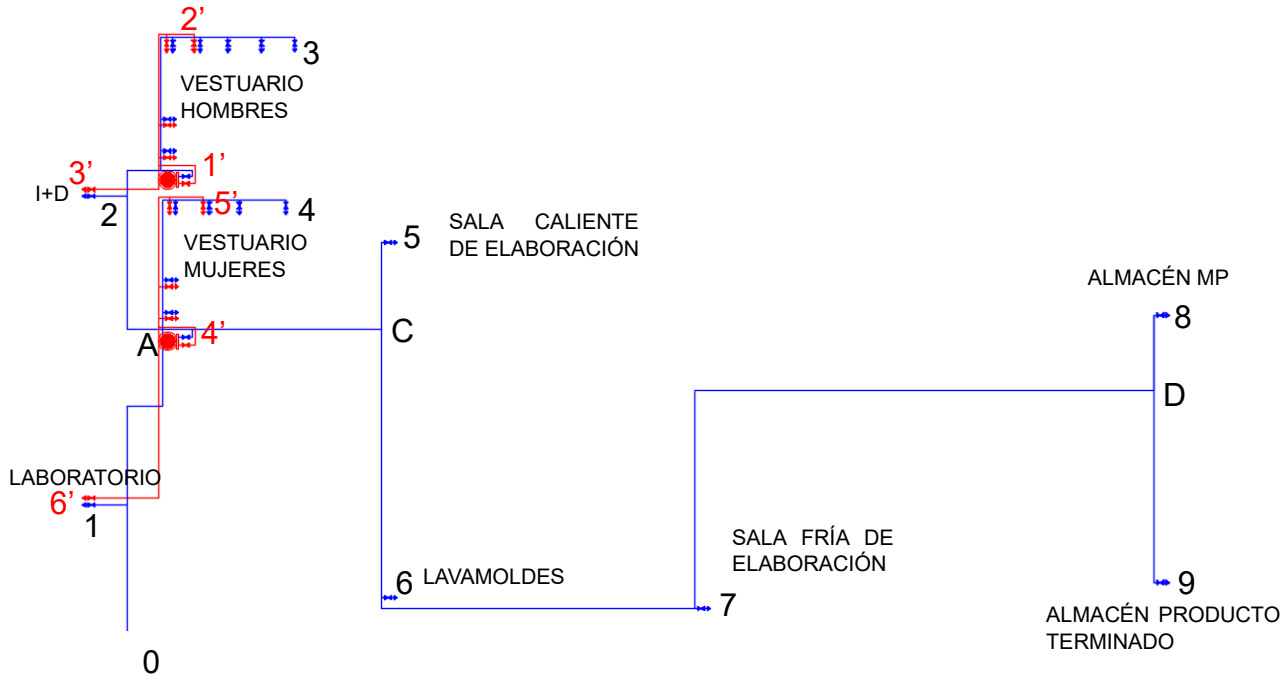
| ZONA 2 | | Caudal necesario | |
|---|---|---|---|
| | | AFS | ACS |
| I+D | 1 fregadero | 0,2 | 0,1 |
| Vestuario hombres | 3 inodoros con cisterna | 0,3 | - |
| | 2 lavabos | 0,2 | 0,13 |
| | 2 duchas | 0,4 | 0,20 |

| ZONA 3 | | Caudal necesario | |
|---|---|---|---|
| | | AFS | ACS |
| Vestuario mujeres | 2 inodoros con cisterna | 0,2 | - |
| | 2 lavabos | 0,2 | 0,13 |
| | 2 duchas | 0,4 | 0,20 |

| ZONA 4 | | Caudal necesario | |
|---|---|---|---|
| | | AFS | ACS |
| Sala caliente | Grifo garaje | 0,3 | - |
| Sala lavamoldes | Máquina lavamoldes | 0.7 | - |
| Sala fría | Grifo garaje | 0,3 | - |
| Almacén MP | Grifo garaje | 0,3 | - |
| Almacén producción | Grifo garaje | 0,3 | - |

## 3.2. Determinación de grupos y tramos

Tras identificar los grupos ramales y determinar los requerimientos específicos de cada uno, se definen los distintos tramos con el objetivo de calcular el caudal correspondiente a cada sección de la instalación.




- Zona 4

Tramo (D-8): debe suministrar el caudal del grifo del almacén de materias primas.

Tramo (D-9): debe suministrar el caudal del grifo del almacén de producto terminado.

Tramo (7-D): debe suministrar el caudal de los tramos (D-8) y (D-9).

Tramo (6-7): debe suministrar el caudal del grifo de la sala fría de elaboración, además de las necesidades del tramo (7-D).

Tramo (C-5): debe suministrar el caudal del grifo de la sala caliente de elaboración.

Tramo (C-6): debe suministrar el caudal de la máquina lavamoldes, además de las necesidades del tramo (6-7).

Tramo (A-C): debe suministrar las necesidades de los tramos (C-5) y (C-6).

- Zona 3

Tramo (A-4): debe suministrar el caudal de 2 inodoros, 2 duchas y 2 lavabos para el vestuario de mujeres.

- Zona 2

Tramo (2-3): debe suministrar el caudal de 3 inodoros, 2 duchas y 2 lavabos para el vestuario de mujeres.

Tramo (A-2): debe suministrar el caudal de 1 fregadero para el departamento de I+D, además de las necesidades del tramo (2-3).

- Zona 1

Tramo (1-A): debe suministrar las necesidades de la zona 2, zona 3 y zona 4.

Tramo (0-1): debe suministrar el caudal de 1 fregadero para el laboratorio, además de las necesidades del tramo (1-A).

## 3.3. Determinación de los caudales

### 3.3.1. Caudal de AFS

Se determina el caudal de diseño en cada tramo, lo que permite calcular posteriormente el caudal total de la instalación. Asimismo, se estima el caudal real por tramo y el global, aplicando el coeficiente de simultaneidad para reflejar el uso efectivo del sistema.

La siguiente tabla proporciona los resultados de los caudales, expresados en l/s.

*Tabla 2: Caudal de agua fría.*

| | TRAMO | K | CAUDAL | CAUDAL DE DISEÑO | CAUDAL REAL |
|---|---|---|---|---|---|
| ZONA 4 | (D-8) | 1,00 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| | (D-9) | 1,00 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| | (7-D) | 1,00 | 0,3 +0,3 | 0,6 | 0,6 |
| | (6-7) | 1,00 | 0,6 + 0,7 | 1,3 | 1,3 |
| | (C-5) | 1,00 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| | (C-6) | 1,00 | 1,3 + 0,3 | 1,6 | 1,6 |
| | (A-C) | 1,00 | 1,6 + 0,3 | 1,9 | 1,9 |
| ZONA 3 | (A-4) | 0,45 | 0,1x4 + 0,2x2 | 0,8 | 0,36 |
| ZONA 2 | (2-3) | 0,41 | 0,1x5 + 0,2x2 | 0,9 | 0,37 |
| | (A-2) | 0,38 | 0,9 + 0,3 | 1,2 | 0,46 |
| ZONA 1 | (1-A) | 1,00 | 1,9 + 0,36 + 0,46 | 2,72 | 2,72 |
| | (0-1) GLOBAL | 1,00 | 2,72 + 0,3 | 3,02 | 3,02 |

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.3.2. Caudal de ACS

*Tabla 3: Caudales de ACS.*

| ÁREA | APARATO | CAUDAL | CAUDAL DE DISEÑO | CAUDAL REAL |
|---|---|---|---|---|
| **Aseo-vestuario masculino** | 2 lavabos | 2x0,065 | 0,13 | 0,33 |
| | 2 duchas | 2x0,10 | 0,20 | |
| **I+D** | Fregadero no doméstico | 1x0,20 | 0,20 | 0,20 |
| **Laboratorio** | Fregadero no doméstico | 1x0,20 | 0,20 | 0,20 |
| **Aseo-vestuario femenino** | 2 lavabos | 2x0,065 | 0,13 | 0,33 |
| | 2 duchas | 2x0,10 | 0,20 | |

*Fuente: elaboración propia.*

## 4. Dimensionado

El dimensionado de la instalación se llevará a cabo dividiéndola en varios tramos, para los cuales se asignarán diámetros iniciales que luego serán verificados. Para tuberías, se considerará una velocidad del agua comprendida entre 0,5 y 2 m/s. En el caso particular de esta fábrica, se adopta una velocidad de 1,2 m/s. A partir de dicha velocidad y utilizando el siguiente gráfico, se determinarán los diámetros de cada tramo y las correspondientes pérdidas de carga unitaria.

Se emplearán tuberías de polipropileno SDR 6 tanto para el suministro de agua fría como para el de agua caliente, debido a su adecuada resistencia a las condiciones de trabajo de ambos circuitos.

### 4.1. Dimensionado de AFS

El dimensionamiento del diámetro de las conducciones de agua fría en la instalación, así como la determinación de las pérdidas de carga asociadas, se realiza a partir del Ábaco Universal para instalaciones de agua fría (Gráfico 1). Para su utilización, se toma como referencia el caudal exigido en cada tramo de la red —incluidas las derivaciones, la acometida y la conducción principal— y la velocidad del flujo en cada sección.

En este caso, se adopta una velocidad de circulación del agua de 1,20 m/s como valor de referencia para el cálculo.

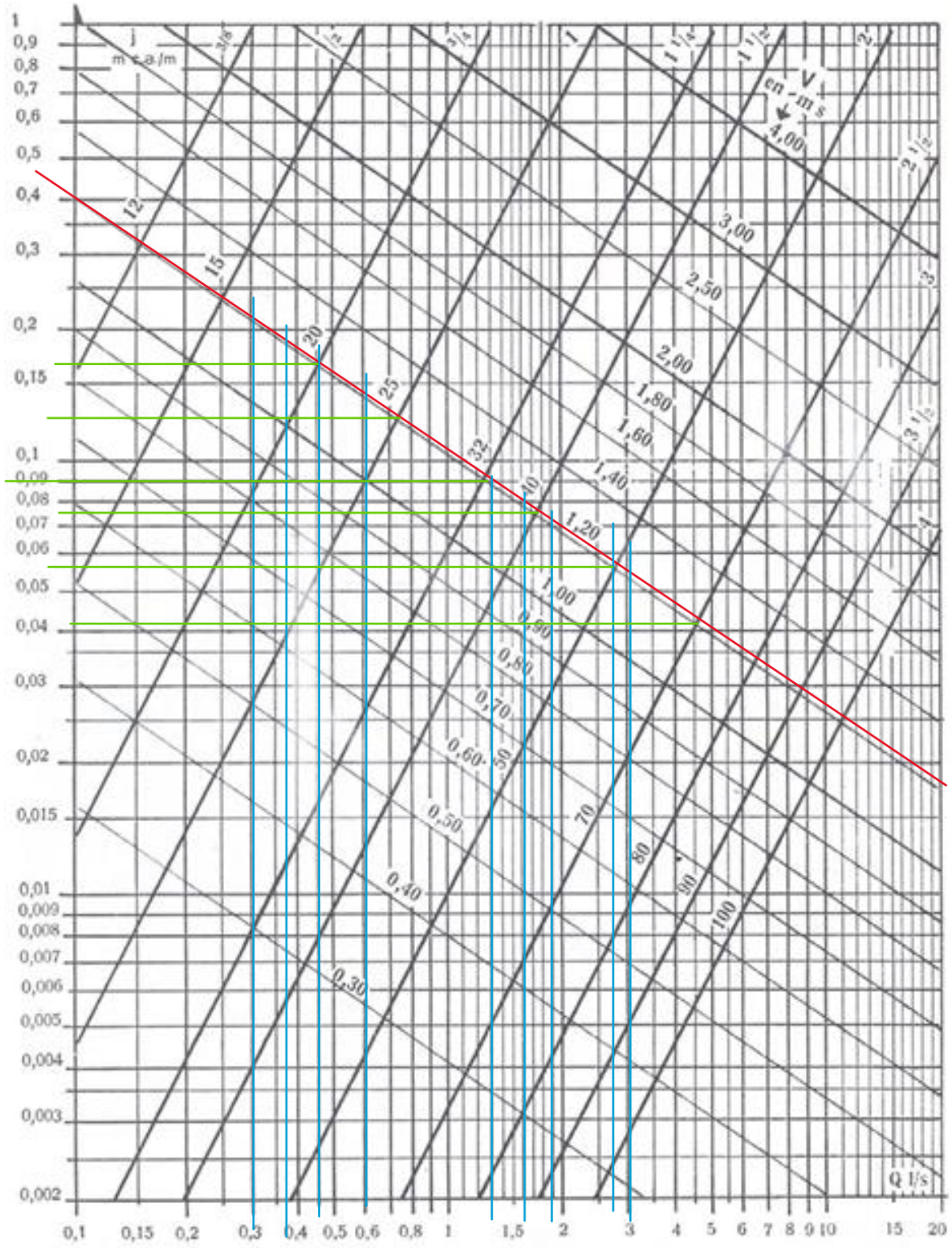



*Gráfico 1: Ábaco universal de las conducciones de agua fría*

*Tabla 4: Diámetros de las tuberías de agua fría de la instalación y perdidas de carga.*

| | TRAMO | CAUDAL REAL | L (m) | DIÁMETRO (mm) | PÉRDIDAS DE CARGA (m.c.a/m) | PÉRDIDAS DE CARGA (m.c.a) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ZONA 4 | (D-8) | 0,3 | 2,13 | 20 | 0,16 | 0,34 |
| | (D-9) | 0,3 | 5,20 | 20 | 0,16 | 0,83 |
| | (7-D) | 0,6 | 18,25 | 25 | 0,13 | 2,37 |
| | (6-7) | 1,3 | 8,60 | 40 | 0,075 | 0,65 |
| | (C-5) | 0,3 | 2,40 | 20 | 0,16 | 0,38 |
| | (C-6) | 1,6 | 7,30 | 40 | 0,075 | 0,55 |
| | (A-C) | 1,9 | 5,90 | 50 | 0,055 | 0,32 |
| ZONA 3 | (A-4) | 0,36 | 6,70 | 20 | 0,16 | 1,07 |
| ZONA 2 | (2-3) | 0,37 | 8,80 | 20 | 0,16 | 1,41 |
| | (A-2) | 0,46 | 4,60 | 20 | 0,16 | 0,74 |
| ZONA 1 | (1-A) | 2,72 | 5,70 | 50 | 0,055 | 0,31 |
| | (0-1) GLOBAL | 3,02 | 13,00 | 70 | 0,041 | 0,53 |

*Fuente: elaboración propia.*

## 4.2. Dimensionado de ACS

Asimismo, se utilizarán tuberías multicapa, fijando una velocidad de circulación del agua en el rango de 0,5 a 2 m/s, adoptándose una velocidad de 1 m/s.

A partir del caudal y la velocidad seleccionada en cada tramo, se calculará el diámetro interior mínimo necesario de las conducciones aplicando la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{v \times \pi}}$$

Siendo:

- $D$: diámetro interior de las tuberías en conducción (en m)
- $Q$: caudal del fluido necesario para el suministro de la instalación (en $m^3/s$)
- $v$: velocidad del fluido en el interior de la conducción (es de 1 m/s)

*Tabla 5: Diámetros de tuberías de ACS.*

| APARATOS | | TRAMO | CAUDAL ($m^3/s$) | $Ø_{int}$ (mm) | $Ø_{ext}$ (mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Vestuario mujeres | 2 lavabos<br>2 duchas | (4'-5') | 0,00013+0,00020 | 20,4 | 25 |
| Laboratorio | 1 fregadero | (4'-6') | 0,00010 | 11,3 | 15 |
| Vestuario hombres | 2 lavabos<br>2 duchas | (1'-2') | 0,00013+0,00020 | 20,4 | 25 |
| I+D | 1 fregadero | (1'-3') | 0,00010 | 11,3 | 15 |

Para calcular las pérdidas de carga en cada tramo de las tuberías de ACS, primero hay que conocer el factor de fricción ($f$) en cada tramo, el cual se calcula mediante la siguiente expresión:

$$f = \frac{0{,}25}{\left[\log_{10}\left(\frac{\varepsilon}{3{,}7 \times D} + \frac{5{,}74}{Re^{0{,}9}}\right)\right]^2}$$

Siendo:

- f: factor de fricción (adimensional)
- $\varepsilon$: rugosidad relativa de la conducción (4x10$^{-7}$ m)
- Re: número de Reynolds. Se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$Re = \frac{\rho \times v \times D}{\mu}$$

Siendo:

- $\rho$: densidad del fluido
- $v$: velocidad del fluido en el interior de la conducción (1 m/s)
- $D$: diámetro interior de las tuberías de conducción (en m)
- $\mu$: viscosidad del fluido (para el agua 5x10$^{-4}$ Pa*s)

Conociendo esto, se emplea la ecuación de Darcy-Weisbach para calcular la pérdida de carga en cada tramo de las conducciones de ACS.

$$h = f \times \frac{L \times v^2}{D \times 2 \times g}$$

Siendo:

- $h$: pérdida de carga (en m).
- $D$: diámetro mínimo interior de las tuberías de conducción (en m).
- $g$: aceleración de la gravedad; es de 9,8m/s$^2$.
- $v$: velocidad del fluido en el interior de la conducción; es de 1,0m/s.
- $L$: longitud de la conducción (en m).
- $f$: factor de fricción; adimensional.

*Tabla 6: Pérdidas de carga en cada tramo de la instalación ACS.*

| TRAMO | CAUDAL ($m^3/s$) | $Ø_{int}$ (mm) | $Ø_{ext}$ (mm) | V (m/s) | L (m) | Re | f | h (m.c.a) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (4'-5') | 0,00033 | 21 | 25 | 1,0 | 4,30 | 41916 | 0,02168 | 0,226 |
| (4'-6') | 0,00010 | 11 | 15 | 1,0 | 6,20 | 21956 | 0,02531 | 0,727 |
| (1'-2') | 0,00033 | 21 | 25 | 1,0 | 4,70 | 41916 | 0,02168 | 0,247 |
| (1'-3') | 0,00010 | 11 | 15 | 1,0 | 2,30 | 21956 | 0,02531 | 0,270 |

*Fuente: Elaboración propia.*

# ANEJO 6.2. CÁLCULO DE INSTALACIONES

## Sub anejo 6.2.2 Instalación de saneamiento

Miguel Tazo Castrillo
Universidad de Valladolid (Campus de Palencia) - E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Grado en Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

# ÍNDICE

**1. Objeto ..... 3**
**2. Caracterización y cuantificación de exigencias. ..... 3**
**3. Elementos de la red de evacuación. ..... 4**
**3.1. Cierres Hidráulicos ..... 4**
**3.2. Redes de Pequeña Evacuación ..... 4**
**3.3. Bajantes y Canalones ..... 5**
**3.4. Colectores ..... 5**
**3.5. Arquetas ..... 6**
**4. Dimensionado ..... 6**
**4.1. Red de evacuación de aguas fecales ..... 6**
**4.1.1. Derivaciones individuales ..... 6**
**4.1.2. Cálculo de ramales colectores ..... 8**
**4.1.3. Cálculo de arquetas ..... 9**
**4.2. Red de evacuación de aguas industriales ..... 9**
**4.2.1. Derivaciones individuales ..... 9**
**4.2.2. Cálculo de colectores ..... 11**
**4.2.3. Cálculo de arquetas ..... 12**
**4.3. Red de evacuación de aguas pluviales ..... 13**
**4.3.1. Cálculo del número de sumideros ..... 13**
**4.3.2. Cálculo del dimensionado de canalones ..... 14**
**4.3.3. Cálculo de bajantes ..... 16**
**4.3.4. Cálculo de los colectores ..... 17**
**4.3.5. Cálculo de arquetas ..... 18**
**4.4. Cálculo del colector mixto y arqueta de registro ..... 18**

# 1. Objeto

Este anejo aborda el desarrollo técnico de la red de saneamiento para la nave industrial proyectada, con el propósito de garantizar una evacuación eficiente y segura tanto de aguas residuales como pluviales generadas en las distintas áreas de producción.

El planteamiento de esta instalación se fundamenta en el cumplimiento de los criterios establecidos por el Código Técnico de la Edificación (CTE), concretamente en su Documento Básico de Salubridad – Sección HS 5: Evacuación de Aguas, el cual regula las condiciones higiénico-sanitarias de los sistemas de desagüe en edificaciones industriales.

En cuanto a los materiales seleccionados, se ha optado por conductos de PVC de pared lisa, dado que presentan una elevada resistencia química, durabilidad frente a agentes corrosivos, y óptimo comportamiento hidráulico. Estas conducciones han sido dimensionadas y representadas en la red interior de saneamiento, garantizando su adecuación a los caudales previstos y a los requerimientos funcionales de la instalación.

# 2. Caracterización y cuantificación de exigencias.

Para garantizar el correcto funcionamiento de la red de evacuación en la nave industrial, se han considerado una serie de principios fundamentales que aseguran la eficiencia hidráulica, la salubridad del entorno y la facilidad de mantenimiento del sistema.

Control de olores y salubridad interior:

Se prevé la instalación de sifones hidráulicos en todos los puntos necesarios para evitar que los gases generados en la red de saneamiento accedan a las zonas de trabajo. Estos dispositivos actúan como barrera, manteniendo el aire viciado fuera de los espacios ocupados sin interferir en la circulación de aguas residuales.

Trazado eficiente y pendiente adecuada:

Las tuberías han sido diseñadas con recorridos simples y directos, minimizando cambios de dirección innecesarios. Se han aplicado pendientes suficientes que favorecen el flujo natural del agua por gravedad y previenen posibles acumulaciones o sedimentaciones, garantizando un comportamiento autolimpiante de la red.

Dimensionado seguro y funcional:

Los diámetros interiores de cada tramo han sido seleccionados en función de los caudales previstos, considerando márgenes de seguridad que eviten sobrepresiones, atascos o retornos, y que permitan una evacuación fluida en condiciones normales de uso.

Accesibilidad para mantenimiento:

Toda la red ha sido concebida con criterios de facilidad de acceso para su inspección y reparación, situando los conductos en zonas visibles o bien en espacios registrables como patinillos técnicos. En los casos en los que esto no es posible, se integran arquetas de registro estratégicamente distribuidas.

Ventilación del sistema:

Se incluye un sistema de ventilación adecuada en la red de evacuación, que permite la correcta presión atmosférica dentro de las tuberías. Esto evita succión en los cierres hidráulicos y posibilita la expulsión controlada de gases malolientes generados durante el uso habitual de la instalación.

Uso exclusivo para aguas residuales y pluviales:

La red de saneamiento ha sido diseñada únicamente para la evacuación de aguas negras y aguas pluviales. No se contempla su utilización para la eliminación de residuos sólidos, productos químicos u otros vertidos incompatibles con las características del sistema.

# 3. Elementos de la red de evacuación.

## 3.1. Cierres Hidráulicos

Los cierres hidráulicos, que incluyen dispositivos como botes sifónicos, arquetas sifónicas y sifones individuales, deben cumplir con características esenciales para garantizar su buen funcionamiento:

1. Deben ser fácilmente accesibles para su limpieza, asegurando que se pueda realizar de manera eficiente.
2. Deben ser capaces de arrastrar sólidos sin que estos queden atrapados en los conductos.
3. La estructura del sistema debe ser fija, evitando posibles inconvenientes derivados de su movimiento.
4. La altura mínima de estos cierres será de 50 mm para un uso constante y de 70 mm para uso discontinuo, con una altura máxima de 100 mm. Además, la corona debe ubicarse debajo de la válvula de desagüe, manteniendo una distancia de menos de 60 cm entre ambos elementos.
5. La válvula de desagüe debe estar lo más cerca posible del aparato para minimizar la distancia que debe recorrer el agua sucia.
6. Si existe más de un aparato conectado a un único cierre hidráulico, la distancia entre los aparatos y el cierre debe ser la más corta posible.
7. Para el desagüe de lavaderos y fregaderos, se empleará un sifón individual.

## 3.2. Redes de Pequeña Evacuación

Las redes destinadas a la evacuación de aguas residuales deben cumplir con ciertas condiciones mínimas:

1. Los conductos deben ser diseñados de forma sencilla, permitiendo el paso fluido de las aguas sin interrupciones, evitando tramos con ángulos agudos.
2. Estas redes deben conectarse a las bajantes, asegurando que la longitud entre las bajantes y el bote sifónico no exceda los 2 metros.
3. Las derivaciones hacia el bote sifónico deben ser menores de 2,5 metros, con una pendiente entre el 2,5% y el 5%.
4. Si se utiliza un único sifón para varios aparatos, en el caso de los fregaderos, la distancia máxima a la bajante será de 4 metros.
5. Se debe incorporar un rebosadero en fregaderos y lavabos para evitar desbordes.
6. Los ángulos de unión entre los conductos de desagüe deben ser mayores a 45º para garantizar una adecuada evacuación.
7. En instalaciones con sifones individuales, se instalará un tubo de derivación en los ramales de desagüe.

## 3.3. Bajantes y Canalones

Las bajantes se instalan verticalmente a lo largo de las fachadas del edificio industrial, terminando en la arqueta de pie bajante. Estas bajantes se fijan a la fachada mediante abrazaderas y deben mantenerse rectas, con un diámetro uniforme en todo su recorrido, el cual puede incrementarse en caso de que los caudales sean considerablemente mayores en tramos previos.

Los canalones, situados en los bordes del techo del edificio, tienen como objetivo recolectar el agua de lluvia que cae sobre el tejado. Estos se conectan a las bajantes verticales mediante arquetas.

## 3.4. Colectores

Los colectores son responsables de dirigir el agua desde las bajantes hasta el sistema de alcantarillado. Su recorrido finaliza en un pozo de alcantarillado ubicado en el polígono industrial. Los colectores pueden ser colgados o enterrados, con las siguientes especificaciones:

- Colectores colgados: deben conectarse a las bajantes mediante elementos especiales, evitando el uso de codos simples o reforzados. La pendiente mínima debe ser del 1% y no se pueden agrupar más de dos colectores en el mismo punto.
- Colectores enterrados: deben instalarse en zanjas adecuadas para su tamaño, siempre por debajo de la instalación de agua potable. La pendiente mínima debe ser del 2%, y deben colocarse registros cada menos de 15 metros.

### 3.5. Arquetas

Las arquetas sirven como punto de unión entre las redes verticales y horizontales. Estas deben construirse sobre cimientos de hormigón y contar con una tapa accesible. Se deben cumplir las siguientes directrices:

1. Si la unión con la bajante está enterrada, la arqueta debe utilizarse como registro a pie de bajante.
2. Las arquetas de paso pueden albergar hasta tres colectores.
3. Las arquetas de registro deben contar con tapas accesibles.
4. Las arquetas de trasdós deben tener más de un colector cuando la salida se dirija al pozo general.
5. El pozo general del edificio debe instalarse una vez finalizada la red de la instalación y antes de la acometida.

## 4. Dimensionado

### 4.1. Red de evacuación de aguas fecales

#### 4.1.1. Derivaciones individuales

Para dimensionar correctamente la red de evacuación de aguas en una zona industrial, es necesario calcular el total de unidades de desagüe requeridas. Este valor se obtiene a partir del número y tipo de aparatos instalados, utilizando como referencia la tabla especificada en el Documento Básico HS 5 Evacuación de Aguas, del Código Técnico de la Edificación (CTE).

La tabla proporciona, por cada tipo de aparato, una equivalencia en unidades de desagüe, permitiendo así estimar la carga total que deberá asumir la red. A partir de este valor, no solo se define el caudal de evacuación previsto, sino que también se determina el diámetro mínimo necesario tanto para los sifones como para las derivaciones individuales de cada equipo.

Este procedimiento garantiza un diseño eficiente y seguro de la instalación, asegurando que todos los componentes de la red estén correctamente dimensionados para soportar la demanda hidráulica sin riesgo de atascos ni sobrepresiones.

Tabla 1: UDs correspondientes a los distintos aparatos sanitarios.

| Tipo de aparato sanitario | | Unidades de desagüe UD | | Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Uso privado | Uso público | Uso privado | Uso público |
| Lavabo | | 1 | 2 | 32 | 40 |
| Bidé | | 2 | 3 | 32 | 40 |
| Ducha | | 2 | 3 | 40 | 50 |
| Bañera (con o sin ducha) | | 3 | 4 | 40 | 50 |
| Inodoro | Con cisterna | 4 | 5 | 100 | 100 |
| | Con fluxómetro | 8 | 10 | 100 | 100 |
| Urinario | Pedestal | - | 4 | - | 50 |
| | Suspendido | - | 2 | - | 40 |
| | En batería | - | 3.5 | - | - |
| Fregadero | De cocina | 3 | 6 | 40 | 50 |
| | De laboratorio, restaurante, etc. | - | 2 | - | 40 |
| Lavadero | | 3 | - | 40 | - |
| Vertedero | | - | 8 | - | 100 |
| Fuente para beber | | - | 0.5 | - | 25 |
| Sumidero sifónico | | 1 | 3 | 40 | 50 |
| Lavavajillas | | 3 | 6 | 40 | 50 |
| Lavadora | | 3 | 6 | 40 | 50 |
| Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé) | Inodoro con cisterna | 7 | - | 100 | - |
| | Inodoro con fluxómetro | 8 | - | 100 | - |
| Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha) | Inodoro con cisterna | 6 | - | 100 | - |
| | Inodoro con fluxómetro | 8 | - | 100 | - |

*Fuente: Documento Básico HS 5 Evacuación de Aguas*

Utilizando los datos de esta tabla, los resultados de las unidades de descarga de la red de aguas fecales son:

Tabla 2: Necesidad de desagües y diámetros mínimos en derivaciones individuales.

| ÁREA | APARATO | Nº | UD | UD TOTAL | DIÁMETRO MÍNIMO Y DERIVACIÓN INDIVIDUAL | DIÁMETRO COMERCIAL |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Vestuario mujeres (20 UD) | Ducha | 2 | 3 | 6 | 50 mm | 50 mm |
| | Inodoro con cisterna | 2 | 5 | 10 | 100 mm | 110 mm |
| | Lavabo | 2 | 2 | 4 | 40 mm | 50 mm |
| Vestuario hombres (25 UD) | Ducha | 2 | 3 | 6 | 50 mm | 50 mm |
| | Inodoro con cisterna | 3 | 5 | 15 | 100 mm | 110 mm |
| | Lavabo | 2 | 2 | 4 | 40 mm | 50 mm |
| Laboratorio (2 UD) | Fregadero | 1 | 2 | 2 | 40 mm | 50 mm |
| I+D (2 UD) | Fregadero | 1 | 2 | 2 | 40 mm | 50 mm |
| Total | - | - | - | 49 | - | |

*Fuente: Elaboración propia.*

### 4.1.2. Cálculo de ramales colectores

Las derivaciones individuales de cada aparato sanitario desembocan finalmente en los colectores horizontales de la instalación. Para dimensionar correctamente estos colectores, es necesario conocer el número total de unidades de desagüe que confluyen en cada uno de ellos.

Tabla 3: Diámetros de ramales colectores.

| Máximo número de UD | | | Diámetro (mm) |
|---|---|---|---|
| Pendiente | | | |
| 1 % | 2 % | 4 % | |
| - | 1 | 1 | 32 |
| - | 2 | 3 | 40 |
| - | 6 | 8 | 50 |
| - | 11 | 14 | 63 |
| - | 21 | 28 | 75 |
| 47 | 60 | 75 | 90 |
| 123 | 151 | 181 | 110 |
| 180 | 234 | 280 | 125 |
| 438 | 582 | 800 | 160 |
| 870 | 1.150 | 1.680 | 200 |

*Fuente: Documento Básico HS 5 Evacuación de Aguas*

Con base en esta información, se determina el diámetro mínimo que debe tener cada colector horizontal para garantizar una evacuación eficiente y sin obstrucciones. Esta relación entre unidades de desagüe y el diámetro necesario se establece mediante la tabla correspondiente del Documento Básico HS 5 del CTE, que permite asegurar un diseño conforme a la normativa vigente y adaptado a las necesidades reales de la instalación.

Tabla 4: Ramales colectores con sus UD totales.

| RAMAL | ÁREA | APARATO | UDs | UDs RAMAL |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Vestuario mujeres | 2 ducha | 3 | 20 |
| | | 2 inodoro con cisterna | 5 | |
| | | 2 lavabo | 2 | |
| 2 | Vestuario hombres | 2 ducha | 3 | 25 |
| | | 3 inodoro con cisterna | 5 | |
| | | 2 lavabo | 2 | |
| 3 | Laboratorio | 1 fregadero | 2 | 2 |
| 4 | I+D | 1 fregadero | 2 | 2 |
| Total | | | | 49 |

*Fuente: elaboración propia.*

En la nave industrial tenemos 4 ramales colectores de aguas fecales, que desembocan en el colector general. Los ramales son el vestuario de mujeres, vestuario de hombres, laboratorio e I+D. Teniendo en cuenta que la pendiente de los colectores de esta zona es del 2% y que el total de UD es de 49:

Tabla 5: Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente adoptada.

| Máximo número de UD | | | Diámetro (mm) |
|---|---|---|---|
| Pendiente | | | |
| 1 % | 2 % | 4 % | |
| - | 20 | 25 | 50 |
| - | 24 | 29 | 63 |
| - | 38 | 57 | 75 |
| 96 | 130 | 160 | 90 |
| 264 | 321 | 382 | 110 |
| 390 | 480 | 580 | 125 |
| 880 | 1.056 | 1.300 | 160 |
| 1.600 | 1.920 | 2.300 | 200 |
| 2.900 | 3.500 | 4.200 | 250 |
| 5.710 | 6.920 | 8.290 | 315 |
| 8.300 | 10.000 | 12.000 | 350 |

*Fuente: Documento Básico HS 5 Evacuación de Aguas*

Sabiendo las UD de cada ramal y que la pendiente es del 2%, podemos saber que:

Tabla 6: Diámetros de los colectores horizontales.

| RAMAL | ÁREA | UD | DIÁMETRO (mm) |
|---|---|---|---|
| 1 | Vestuario mujeres | 20 | 50 |
| 2 | Vestuario hombres | 25 | 75 |
| 3 | Laboratorio | 2 | 50 |
| 4 | I+D | 2 | 50 |
| Total | | 49 | 90 |

*Fuente: Elaboración propia.*

### 4.1.3. Cálculo de arquetas

Las arquetas de la red de evacuación de aguas fecales serán de 40x40 cm, ya que ninguna de ellas tiene un colector de salida de más de 100 mm.

Tabla 7: Dimensiones de las arquetas.

| | Diámetro del *colector* de salida [mm] | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |
| L x A [cm] | 40 x 40 | 50 x 50 | 60 x 60 | 60 x 70 | 70 x 70 | 70 x 80 | 80 x 80 | 80 x 90 | 90 x 90 |

*Fuente: Documento Básico HS 5 Evacuación de Aguas*

## 4.2. Red de evacuación de aguas industriales

### 4.2.1. Derivaciones individuales

Al igual que hemos hecho para calcular las necesidades de la red de evacuación de aguas fecales, es imprescindible conocer el número total de unidades de desagüe correspondientes. Este valor se determina a partir del número de aparatos sanitarios instalados y las unidades de desagüe asignadas a cada uno de ellos, según la tabla establecida en el Documento Básico HS 5 "Evacuación de Aguas" del Código Técnico de la Edificación (CTE).

A través de esta tabla no solo se obtiene el total de unidades de desagüe, sino que también se puede determinar el diámetro mínimo necesario tanto para los sifones como para las derivaciones individuales de cada aparato, asegurando así un dimensionado eficiente y conforme a la normativa vigente.

Tabla 8: UDs correspondientes a los distintos aparatos sanitarios.

| Tipo de aparato sanitario | | Unidades de desagüe UD | | Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Uso privado | Uso público | Uso privado | Uso público |
| Lavabo | | 1 | 2 | 32 | 40 |
| Bidé | | 2 | 3 | 32 | 40 |
| Ducha | | 2 | 3 | 40 | 50 |
| Bañera (con o sin ducha) | | 3 | 4 | 40 | 50 |
| Inodoro | Con cisterna | 4 | 5 | 100 | 100 |
| | Con fluxómetro | 8 | 10 | 100 | 100 |
| Urinario | Pedestal | - | 4 | - | 50 |
| | Suspendido | - | 2 | - | 40 |
| | En batería | - | 3.5 | - | - |
| Fregadero | De cocina | 3 | 6 | 40 | 50 |
| | De laboratorio, restaurante, etc. | - | 2 | - | 40 |
| Lavadero | | 3 | - | 40 | - |
| Vertedero | | - | 8 | - | 100 |
| Fuente para beber | | - | 0.5 | - | 25 |
| Sumidero sifónico | | 1 | 3 | 40 | 50 |
| Lavavajillas | | 3 | 6 | 40 | 50 |
| Lavadora | | 3 | 6 | 40 | 50 |
| Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé) | Inodoro con cisterna | 7 | - | 100 | - |
| | Inodoro con fluxómetro | 8 | - | 100 | - |
| Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha) | Inodoro con cisterna | 6 | - | 100 | - |
| | Inodoro con fluxómetro | 8 | - | 100 | - |

*Fuente: Documento Básico HS 5 Evacuación de Aguas*

Los resultados obtenidos son:

Tabla 9: Necesidad de desagües y diámetros mínimos en derivaciones individuales.

| ÁREA | APARATO | Nº | UD | UD TOTAL | DIÁMETRO MÍNIMO Y DERIVACIÓN INDIVIDUAL | DIÁMETRO COMERCIAL |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Sala caliente prod. | Sumidero sifónico | 2 | 3 | 6 | 50 mm | 50 mm |
| Lavamoldes | Máquina lavamoldes | 1 | 6 | 6 | 50 mm | 50 mm |
| Sala fría prod. | Sumidero sifónico | 1 | 3 | 3 | 50 mm | 50 mm |
| Almacén MP | Grifo | 1 | 2 | 2 | 40 mm | 50 mm |
| Almacén PT | Grifo | 1 | 2 | 2 | 40 mm | 50 mm |
| Total | - | - | - | 21 | - | - |

*Fuente: elaboración propia.*

### 4.2.2. Cálculo de colectores

Las derivaciones individuales procedentes de los distintos aparatos sanitarios desembocan en los colectores horizontales de la red. Para dimensionar correctamente estos colectores, es necesario determinar cuántas unidades de desagüe confluyen en cada uno de ellos.

Este valor permite establecer el diámetro mínimo requerido para cada colector, asegurando una capacidad adecuada de evacuación sin riesgo de obstrucciones ni sobrecargas. La relación entre el número de unidades de desagüe y el diámetro mínimo admisible se obtiene mediante la tabla correspondiente del Documento Básico HS 5 “Evacuación de Aguas” del Código Técnico de la Edificación (CTE), que se presenta a continuación:

Tabla 10: Diámetros de ramales colectores.

| Máximo número de UD | | | Diámetro (mm) |
|---|---|---|---|
| Pendiente | | | |
| 1 % | 2 % | 4 % | |
| - | 1 | 1 | 32 |
| - | 2 | 3 | 40 |
| - | 6 | 8 | 50 |
| - | 11 | 14 | 63 |
| - | 21 | 28 | 75 |
| 47 | 60 | 75 | 90 |
| 123 | 151 | 181 | 110 |
| 180 | 234 | 280 | 125 |
| 438 | 582 | 800 | 160 |
| 870 | 1.150 | 1.680 | 200 |

*Fuente: Documento Básico HS 5 Evacuación de Aguas*

Con base en esta información, se determina el diámetro mínimo que debe tener cada colector horizontal para garantizar una evacuación eficiente y sin obstrucciones. Esta relación entre unidades de desagüe y el diámetro necesario se establece mediante la tabla correspondiente del Documento Básico HS 5 del CTE, que permite asegurar un diseño conforme a la normativa vigente y adaptado a las necesidades reales de la instalación.

Tabla 11: Ramales colectores con sus UD totales.

| RAMAL | ÁREA | APARATO | UDs | UDs RAMAL |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Sala caliente prod. | 2 sumidero sifónico | 3 | 6 |
| 2 | Almacén MP | 1 grifo | 2 | 2 |
| 3 | Lavamoldes | 1 máquina lavamoldes | 6 | 9 |
| | Sala fría prod. | 1 sumidero sifónico | 3 | |
| 4 | Almacén PT | 1 grifo | 2 | 2 |
| Total | | | | 19 |

*Fuente: elaboración propia.*

En la nave industrial tenemos 4 ramales colectores de aguas industriales, que desembocan en el colector general. Los ramales son la sala caliente de producción, el almacén de materias primas, la sala lava moldes junto la sala fría de elaboración y, por último, el almacén de producto terminado. Teniendo en cuenta que la pendiente de los colectores de esta zona es del 2% y que el total de UD es de 19:

Tabla 12: Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente adoptada.

| Máximo número de UD | | | Diámetro (mm) |
|---|---|---|---|
| Pendiente | | | |
| 1 % | 2 % | 4 % | |
| - | 20 | 25 | 50 |
| - | 24 | 29 | 63 |
| - | 38 | 57 | 75 |
| 96 | 130 | 160 | 90 |
| 264 | 321 | 382 | 110 |
| 390 | 480 | 580 | 125 |
| 880 | 1.056 | 1.300 | 160 |
| 1.600 | 1.920 | 2.300 | 200 |
| 2.900 | 3.500 | 4.200 | 250 |
| 5.710 | 6.920 | 8.290 | 315 |
| 8.300 | 10.000 | 12.000 | 350 |

*Fuente: Documento Básico HS 5 Evacuación de Aguas*

Sabiendo las UD de cada ramal y que la pendiente es del 2%, podemos saber que:

Tabla 13: Diámetros de los colectores horizontales.

| RAMAL | ÁREA | UD | DIÁMETRO (mm) |
|---|---|---|---|
| 1 | Sala caliente prod. | 6 | 50 |
| 2 | Almacén MP | 2 | 50 |
| 3 | Lavamoldes | 9 | 50 |
| | Sala fría prod. | | |
| 4 | Almacén PT | 2 | 50 |
| Total | | 19 | 50 |

*Fuente: elaboración propia.*

### 4.2.3. Cálculo de arquetas

Las arquetas de la red de evacuación de aguas fecales serán de 40x40 cm, ya que ninguna de ellas tiene un colector de salida de más de 100 mm.

Tabla 14: Dimensiones de las arquetas.

| | Diámetro del *colector* de salida [mm] | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |
| L x A [cm] | 40 x 40 | 50 x 50 | 60 x 60 | 60 x 70 | 70 x 70 | 70 x 80 | 80 x 80 | 80 x 90 | 90 x 90 |

*Fuente: Documento Básico HS 5 Evacuación de Aguas*

## 4.3. Red de evacuación de aguas pluviales

El objetivo de esta instalación es recoger y conducir el agua de lluvia que incide sobre la cubierta de la nave industrial, canalizándola de manera eficiente hasta el sistema general de evacuación.

El proceso comienza con la captación del agua mediante los canalones dispuestos en los bordes del tejado. Esta agua es conducida hacia los sumideros, desde donde desciende a través de las bajantes verticales. Posteriormente, el agua pluvial se dirige a los colectores horizontales, que la transportan hasta el colector general y, finalmente, al colector mixto de la nave.

Todos los conductos empleados en esta red de evacuación están fabricados en PVC, material que garantiza una buena resistencia, durabilidad y comportamiento frente a la corrosión, resultando idóneo para este tipo de instalaciones.

### 4.3.1. Cálculo del número de sumideros

La nave industrial dispone de una cubierta a dos aguas, con una superficie total de 1.035,3 m², resultante de sus dimensiones de 43,5 metros de longitud por 23,8 metros de anchura.

Para determinar el número de sumideros necesarios que garanticen una correcta evacuación del agua de lluvia, es imprescindible consultar la tabla correspondiente del Documento Básico HS 5 “Evacuación de Aguas” del Código Técnico de la Edificación (CTE).

Tabla 15: Número de sumideros en función de la superficie de cubierta.

| Superficie de cubierta en proyección horizontal ($m^2$) | Número de sumideros |
|---|---|
| S < 100 | 2 |
| 100≤ S < 200 | 3 |
| 200 ≤ S < 500 | 4 |
| S > 500 | 1 cada 150 $m^2$ |

*Fuente: Documento Básico HS 5 Evacuación de Aguas*

Dado que la superficie de la cubierta supera los 500 m², se adopta el criterio establecido en el Documento Básico HS 5 del CTE, que indica la necesidad de instalar un sumidero por cada 150 m² de cubierta.

Aplicando este criterio:

1.035,3 m² / 150 m²/sumidero = 6,9 sumideros, lo que implica la necesidad de instalar un total de 8 sumideros, ya que, para garantizar una evacuación adecuada, la nave no puede tener solo 3 sumideros en una de las vertientes. Ese lado de la cubierta tendría más de 150 $m^2$ de superficie de la cubierta por cada sumidero.

La nave cuenta con una cubierta a dos aguas, por lo que se distribuirán 4 sumideros en cada vertiente. Para facilitar la recolección de las aguas pluviales, se instalarán 16 canalones, repartidos equitativamente: 8 en cada vertiente. Estos canalones se encargarán de recoger el agua de forma uniforme a lo largo de toda la longitud del tejado.

Teniendo en cuenta que la nave tiene una longitud de 43,5 metros, y que en cada vertiente se instalarán 8 canalones, cada uno tendrá una longitud de:

43,5 m / 8 = 5,44 m.

Por tanto, la configuración final del sistema será la siguiente:

- 8 canalones por vertiente, cada uno de 5,44 metros de longitud.
- 1 sumidero por cada 2 canalones, dando lugar a 4 bajantes por vertiente.

Las bajantes canalizarán el agua pluvial desde los sumideros hasta los colectores horizontales.

A continuación, se presenta un esquema del perfil de la nave industrial que muestra la red de evacuación de aguas pluviales.

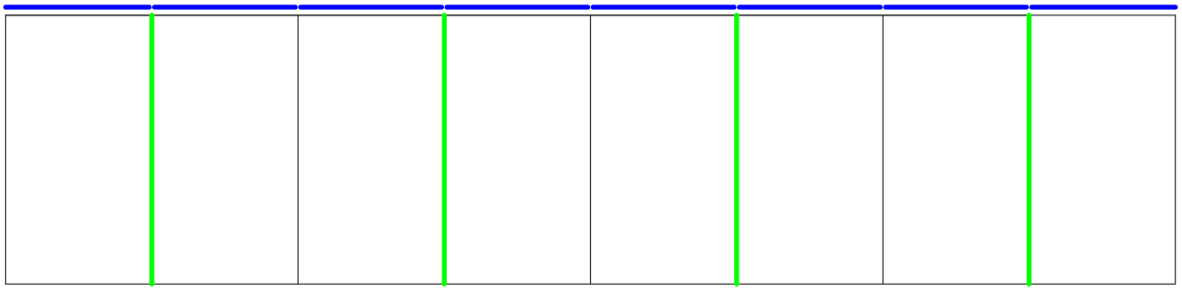


*Figura 1: Esquema de los sumideros y canalones.*

### 4.3.2. Cálculo del dimensionado de canalones

Para dimensionar correctamente el sistema de recogida de aguas pluviales, es necesario calcular la superficie de cubierta que drena cada canalón. En este caso, si la longitud en diagonal de la cubierta (desde cumbrera hasta canalón) es de 12 metros, y cada canalón tiene una longitud de 5,44 metros, se obtiene una superficie de evacuación individual por canalón de:

12 m × 5,44 m = 65,25 m².

Este valor representa el área de tejado cuya escorrentía es captada por cada canalón.

Además, es imprescindible tener en cuenta la intensidad pluviométrica de cálculo. El Código Técnico de la Edificación (CTE) establece un valor de referencia de 100 mm/h. Sin embargo, si la intensidad correspondiente a la zona en cuestión difiere de este valor, se debe aplicar un coeficiente de corrección sobre la superficie proyectada para ajustar el diseño del sistema de evacuación.

Este coeficiente se calcula como:

Coeficiente = Intensidad real / 100 mm/h

La superficie corregida se obtiene multiplicando la superficie de captación por dicho coeficiente.

En los siguientes mapas o imágenes se puede consultar la intensidad pluviométrica específica del polígono industrial, lo que permitirá aplicar el ajuste correspondiente en función de los datos pluviométricos locales.




*Figura 2: Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas. Fuente: Documento Básico HS 5 Evacuación de Aguas*

Tabla 16: Intensidad pluviométrica i (mm/h).

| Intensidad Pluviométrica i (mm/h) | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Isoyeta** | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 |
| **Zona A** | 30 | 65 | 90 | 125 | 155 | 180 | 210 | 240 | 275 | 300 | 330 | 365 |
| **Zona B** | 30 | 50 | 70 | 90 | 110 | 135 | 150 | 170 | 195 | 220 | 240 | 265 |

*Fuente: Documento Básico HS 5 Evacuación de Aguas*

En el mapa se puede comprobar que el polígono de Villadangos del Páramo se encuentra en zona A y dentro de una isoyeta de 20. Asique, según la tabla, la nave se encuentra en una zona de intensidad pluviométrica de 65 mm/h.

F= i / 100 = 65 / 100 = 0,65

Si aplicamos el factor de corrección:

65,25 $m^2$ x 0,65 = 42,41 $m^2$

Por tanto, cada canalón deberá dimensionarse para evacuar de forma eficiente una superficie corregida de 42,41 m², acorde con las condiciones reales de precipitación de la zona. Asique, teniendo en cuenta la siguiente tabla:

Tabla 17: Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h.

| Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal ($m^2$) | | | | *Diámetro nominal* del canalón (mm) |
|---|---|---|---|---|
| Pendiente del canalón | | | | |
| 0.5 % | 1 % | 2 % | 4 % | |
| 35 | 45 | 65 | 95 | 100 |
| 60 | 80 | 115 | 165 | 125 |
| 90 | 125 | 175 | 255 | 150 |
| 185 | 260 | 370 | 520 | 200 |
| 335 | 475 | 670 | 930 | 250 |

*Fuente: Documento Básico HS 5 Evacuación de Aguas*

Para garantizar una evacuación eficiente del agua pluvial, se ha considerado una pendiente del canalón del 1. Con una superficie de evacuación corregida de 42,41 m² por canalón, se selecciona un canalón con un diámetro adecuado para dicha exigencia.

Según las tablas de dimensionado hidráulico, para una pendiente del 1 % y una superficie servida inferior a 45 m², el diámetro nominal requerido es de 100 mm.

Esta sección garantiza el caudal necesario para evacuar el agua de lluvia sin riesgo de desbordamiento, incluso en episodios de alta intensidad pluviométrica, de acuerdo con las condiciones locales establecidas para el polígono industrial de Villadangos del Páramo.

### 4.3.3. Cálculo de bajantes

Para dimensionar adecuadamente las bajantes pluviales, es necesario determinar la superficie de cubierta que evacúa cada una de ellas. En esta instalación, cada bajante recoge el caudal de dos canalones, por lo que la superficie de captación se duplica respecto a la de un canalón individual.

Dado que la superficie evacuada por un canalón es de 65,25 m², se obtiene que:

Superficie sin corrección = 2 × 65,25 m² = 130,50 m² por bajante

Tal como se ha calculado previamente, en función de la isoyeta correspondiente al polígono de Villadangos del Páramo, se debe aplicar un factor de corrección pluviométrico de 0,65. Por tanto, la superficie de evacuación corregida para cada bajante es:

130,50 m² × 0,65 = 84,83 m²

Este valor representa la superficie real de captación que deberá considerar cada bajante para su dimensionamiento hidráulico, garantizando un funcionamiento eficiente del sistema ante las condiciones climáticas específicas de la zona.

Teniendo en cuenta la siguiente tabla:

Tabla 18: Diámetro de bajantes para un régimen pluviométrico de 100 mm/h.

| Superficie en proyección horizontal servida ($m^2$) | *Diámetro nominal* de la *bajante* (mm) |
|---|---|
| 65 | 50 |
| 113 | 63 |
| 177 | 75 |
| 318 | 90 |
| 580 | 110 |
| 805 | 125 |
| 1.544 | 160 |
| 2.700 | 200 |

*Fuente: Documento Básico HS 5 Evacuación de Aguas*

La superficie corregida de evacuación por bajante es de 84,82 m². Según las tablas del CTE DB-HS 5, se toma el valor inmediatamente superior, 113 m², como referencia para el dimensionado.

Por lo tanto, se establece un diámetro nominal de 63 mm para cada bajante, garantizando una capacidad hidráulica adecuada bajo las condiciones de diseño de la instalación.

### 4.3.4. Cálculo de los colectores

Para dimensionar los colectores secundarios, se debe considerar la superficie de evacuación correspondiente a una vertiente completa del tejado. Dado que la nave tiene una longitud de 43,5 metros y una longitud en diagonal desde cumbrera hasta canalón de 12 metros, se obtiene:

Superficie proyectada = 43,5 × 12 = 522 m²

Aplicando el factor de corrección pluviométrico de 0,65, previamente calculado, se obtiene la superficie corregida de evacuación:

522 m² × 0,65 = 339,3 m²

Este valor representa la superficie efectiva que debe gestionar cada colector secundario, y servirá como base para definir su sección y capacidad de conducción.

Teniendo en cuenta la siguiente tabla:

Tabla 19: Diámetro de colectores para un régimen pluviométrico de 100 mm/h.

| Superficie proyectada ($m^2$) | | | *Diámetro nominal* del *colector* (mm) |
|---|---|---|---|
| Pendiente del *colector* | | | |
| 1 % | 2 % | 4 % | |
| 125 | 178 | 253 | 90 |
| 229 | 323 | 458 | 110 |
| 310 | 440 | 620 | 125 |
| 614 | 862 | 1.228 | 160 |
| 1.070 | 1.510 | 2.140 | 200 |
| 1.920 | 2.710 | 3.850 | 250 |
| 2.016 | 4.589 | 6.500 | 315 |

*Fuente: Documento Básico HS 5 Evacuación de Aguas*

Para los colectores secundarios, se considera una superficie corregida de evacuación de 339,3 m² por vertiente. Con una pendiente del 1 %, y tomando como referencia la tabla del CTE DB-HS 5, se adopta una superficie proyectada estándar de 614 m², lo que corresponde a un diámetro nominal de 160 mm para dichos colectores.

Para el colector principal, que recoge el caudal de ambas vertientes, la superficie total del tejado es de 1.044 m². Aplicando el factor de corrección de 0,65, se obtiene una superficie corregida de:

1.044 m² × 0,65 = 678,6 m²

Con este valor y una pendiente del 1 %, según la tabla, se requiere un diámetro nominal de 200 mm para el colector principal de aguas pluviales.

### 4.3.5. Cálculo de arquetas

La arqueta de aguas pluviales actúa como punto de conexión entre los colectores secundarios y el colector principal, permitiendo la correcta distribución y registro del sistema de evacuación.

Su dimensionado debe realizarse en función del diámetro del colector de salida, conforme a los criterios establecidos en la normativa. A continuación, se utiliza la siguiente tabla para definir las dimensiones mínimas de la arqueta en función del diámetro de salida del colector:

Tabla 20: Dimensiones de las arquetas.

| | Diámetro del *colector* de salida [mm] | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **100** | **150** | **200** | **250** | **300** | **350** | **400** | **450** | **500** |
| L x A [cm] | 40 x 40 | 50 x 50 | 60 x 60 | 60 x 70 | 70 x 70 | 70 x 80 | 80 x 80 | 80 x 90 | 90 x 90 |

*Fuente: Documento Básico HS 5 Evacuación de Aguas*

En este caso, dado que los ramales colectores secundarios provenientes de ambas vertientes del tejado presentan un diámetro de salida de 160 mm, las dimensiones mínimas que debe tener la arqueta de conexión con el colector principal de aguas pluviales serán de 60 × 60 cm.

Esta arqueta tendrá la función de recibir el caudal proveniente de los ramales secundarios y encauzarlo adecuadamente hacia el colector principal, garantizando así un correcto funcionamiento del sistema de evacuación pluvial de la nave industrial.

## 4.4. Cálculo del colector mixto y arqueta de registro

El colector mixto tiene la función de recoger el agua procedente de todos los colectores principales (pluviales, fecales e industriales) a través de su conexión con una arqueta de registro, la cual también debe ser correctamente dimensionada.

Para calcular el diámetro del colector mixto, es necesario convertir las unidades de desagüe (UD) de las aguas industriales y fecales a una superficie equivalente, siguiendo el mismo criterio utilizado para las aguas pluviales. Según el Documento Básico HS 5 del CTE - Evacuación de Aguas, una carga de menos de 250 UD equivale a 90 m² de superficie proyectada.

Dado que ya se ha calculado un factor de corrección de 0,65, este debe aplicarse sobre dicha superficie:

0,65 × 90 m² = 58,5 m²

Por lo tanto, la superficie equivalente corregida a considerar en el cálculo del colector mixto, correspondiente a las aguas industriales y fecales, será de 58,5 m². Esta superficie deberá sumarse a la superficie corregida de evacuación de aguas pluviales para determinar el diámetro nominal final del colector mixto.

Tabla 21: Características finales colectores principales

| COLECTORES PRINCIPALES | DIÁMETRO (mm) | PENDIENTE (%) | SUPERFICIE ($m^2$) |
|---|---|---|---|
| Aguas industriales | 50 | 2 | 58,5 |
| Aguas fecales | 90 | 2 | 58,5 |
| Aguas pluviales | 200 | 1 | 678,6 |
| Total | - | - | 795,6 |

*Fuente: elaboración propia.*

Teniendo en cuenta la siguiente tabla:

Tabla 22: Diámetro de colectores para un régimen pluviométrico de 100 mm/h.

| Superficie proyectada ($m^2$) Pendiente del *colector* 1 % | 2 % | 4 % | *Diámetro nominal* del *colector* (mm) |
|---|---|---|---|
| 125 | 178 | 253 | 90 |
| 229 | 323 | 458 | 110 |
| 310 | 440 | 620 | 125 |
| 614 | 862 | 1.228 | 160 |
| 1.070 | 1.510 | 2.140 | 200 |
| 1.920 | 2.710 | 3.850 | 250 |
| 2.016 | 4.589 | 6.500 | 315 |

*Fuente: Documento Básico HS 5 Evacuación de Aguas*

Con una superficie total de evacuación procedente de todos los colectores principales de 795,6 m², se determina que es necesario instalar un colector mixto con un diámetro nominal de 160 mm y una pendiente del 2 %, según lo establecido en el HS 5 del CTE.

Respecto a la arqueta sifónica, al contar con un colector de salida de mayor diámetro de 200 mm (procedente del colector principal pluvial), será necesario disponer de una arqueta cuyas dimensiones mínimas sean de 60 x 60 cm, conforme a la tabla 4.13 del mismo documento técnico.

Finalmente, todas las aguas procedentes de las redes industriales, fecales y pluviales, una vez reunidas en el colector mixto, son conducidas hacia la red de alcantarillado público del polígono industrial de Villadangos del Páramo.

# ANEJO 6.2. CÁLCULO DE INSTALACIONES

## Sub anejo 6.2.3 Instalación eléctrica

Miguel Tazo Castrillo
Universidad de Valladolid (Campus de Palencia) - E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Grado en Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

# ÍNDICE

**1. Objetivo ..... 3**
**2. Legislación ..... 3**
**3. Cálculo de necesidades de alumbrado ..... 4**
**3.1. Alumbrado interior ..... 5**
**3.1.1. Necesidad de iluminación de cada zona ..... 5**
**3.1.2. Índice del local y flujo luminoso ..... 5**
**3.1.3. Cálculo de luminarias interiores ..... 8**
**3.2. Alumbrado exterior ..... 8**
**3.3. Alumbrado de emergencia ..... 9**
**4. Dimensionado de la red eléctrica ..... 10**
**4.1. Protecciones ..... 10**
**4.1.1. Protección frente intensidades y cortocircuitos ..... 10**
**4.1.2. Protección frente contacto directos ..... 10**
**4.1.3. Protección frente contacto indirectos ..... 11**
**4.2. Toma a tierra ..... 11**
**4.3. Acometida ..... 12**
**4.4. Cuadro general de protección y medida ..... 12**
**4.5. Cuadro general de distribución ..... 13**
**4.6. Cuadros secundarios de distribución ..... 13**
**4.6.1. Necesidades de potencia ..... 14**
**4.6.2. Cálculo de intensidad ..... 17**
**4.6.3. Calculo de caída de tensión ..... 19**

# 1. Objetivo

Este anejo tiene como finalidad definir y justificar técnicamente el diseño de la instalación eléctrica de la nave industrial, abarcando tanto la red de alumbrado como los circuitos destinados a fuerza. En él se detallan las condiciones de cálculo y los criterios adoptados para garantizar una ejecución conforme a la normativa vigente, en particular al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y sus respectivas Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-BT).

El suministro eléctrico de la parcela se realizará mediante una red de corriente alterna trifásica de baja tensión, con una tensión nominal de 400/230 V y una frecuencia de 50 Hz.

La conexión desde la red de distribución hasta la nave industrial se ejecutará a través de una línea subterránea de baja tensión, conforme a los requerimientos establecidos en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT).

Funciones principales de la red general de distribución:

- Instalación de puesta a tierra para todas las masas metálicas accesibles.
- Suministro de fuerza para los equipos y maquinaria de producción.
- Sistema de iluminación para todas las estancias del edificio industrial.

Componentes esenciales de la instalación eléctrica:

- Acometida desde la red de distribución general.
- Caja General de Protección (CGP) para protección frente a sobreintensidades y cortocircuitos.
- Línea General de Alimentación (LGA) que conecta la CGP con el cuadro de contadores.
- Cuadro de Contadores (CC) o espacio destinado a la ubicación de contadores de energía.
- Derivación Individual (DI) desde el contador hacia la instalación interior.
- Caja para el Interruptor de Control de Potencia (ICP) para la limitación de potencia contratada.
- Dispositivos Generales de Mando y Protección (DGMP) en los cuadros de distribución interior, que garantizan la seguridad y funcionalidad de la instalación.

# 2. Legislación

Para el diseño y ejecución de la instalación eléctrica de la nave industrial, se han considerado de forma rigurosa las disposiciones establecidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-BT). Asimismo, se cumple con el marco legislativo y normativo aplicable, incluyendo las siguientes disposiciones:

Reglamento sobre Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía.

- Real Decreto 2267/2004, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales.
- Real Decreto 222/2008, de 15 de febrero, que establece el régimen retributivo de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- Recomendaciones específicas del proveedor eléctrico, en este caso Gas Natural Fenosa.

Además, se han tenido en cuenta los siguientes documentos normativos y técnicos:

Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE):

- NTE-IEB: Instalaciones eléctricas de baja tensión.
- NTE-IEP: Instalaciones eléctricas de puesta a tierra.
- NTE-IEI: Instalaciones eléctricas de alumbrado interior.

Normativa UNE y EN aplicable:

- UNE-HD 60364-5-52: Instalaciones eléctricas de baja tensión – Selección e instalación de canalizaciones eléctricas.
- UNE 20-434-90: Sistema de designación de cables
- UNE 20-435-90 Parte 2: Cables de energía con aislamiento seco extruido para tensiones entre 1 y 30 kV.
- UNE 20-460-90 Parte 4-43: Protección contra sobreintensidades en instalaciones eléctricas en edificios.
- UNE 20-460-90 Parte 5-54: Puesta a tierra y conductores de protección en instalaciones eléctricas.
- EN-IEC 60947-2:1996: Aparatos de baja tensión – Interruptores automáticos.
- EN-IEC 60947-2:1996 Anexo B: Interruptores automáticos con protección diferencial incorporada.
- EN-IEC 60947-3:1999: Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinaciones con fusibles.
- EN-IEC 60269-1: Fusibles de baja tensión.
- EN 60898: Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y similares, con protección contra sobreintensidades.

Este conjunto normativo garantiza una instalación segura, eficiente y conforme a los estándares técnicos requeridos para entornos industriales.

## 3. Cálculo de necesidades de alumbrado

La instalación de alumbrado contempla tanto el interior como el exterior de la nave industrial, con el objetivo de garantizar unas condiciones óptimas de visibilidad y seguridad para el desarrollo de las actividades productivas y operativas, en cualquier momento del día o la noche.

## 3.1. Alumbrado interior

### 3.1.1. Necesidad de iluminación de cada zona

El nivel de iluminación requerido varía en función del tipo de espacio o dependencia dentro de la nave industrial. Por tanto, se establece lo siguiente:

Tabla 1: Nivel luminoso de cada zona.

| ZONA | SUPERFICIE ($m^2$) | INTENSIDAD (Lx) |
|---|---|---|
| Almacén de materias primas | 106,22 | 150 |
| Almacén general | 79,83 | 150 |
| Sala caliente de producción | 194,62 | 350 |
| Sala fría de producción | 160,47 | 350 |
| Almacén de producto terminado | 106,22 | 150 |
| Almacén de moldes | 37,73 | 150 |
| Sala lavamoldes | 53,56 | 150 |
| Oficina | 21,73 | 500 |
| Laboratorio | 19,55 | 500 |
| I+D | 16,15 | 500 |
| Sala de reuniones | 14,25 | 500 |
| Cuarto de limpieza y almacén de ropa | 12,85 | 150 |
| Aseo-vestuario hombres | 16,20 | 200 |
| Aseo-vestuario mujeres | 16,20 | 200 |
| Sala de descanso | 20,90 | 200 |
| Pasillo principal | 39,72 | 150 |
| Pasillo auxiliar | 25,07 | 150 |

*Fuente: elaboración propia.*

### 3.1.2. Índice del local y flujo luminoso

El índice del local es un parámetro fundamental en el diseño de sistemas de iluminación para espacios interiores. Se trata de un valor adimensional, que relaciona las dimensiones físicas del recinto con la altura efectiva de las luminarias respecto al plano de trabajo. Su propósito es servir como base para estimar la eficiencia con la que la luz emitida por las luminarias alcanza las superficies útiles, como escritorios, áreas de trabajo o zonas de circulación.

Determinación del índice del local (K):

$$K = \frac{a \times b}{h_m(a + b)}$$

Siendo:

- $a$: la longitud del local, en m.
- $b$: la anchura del local, en m.
- $h_m$: distancia entre la luminaria y la superficie de trabajo, en m.

Tabla 2: Valor de K por recintos.

| ZONA | a (m) | b (m) | Hm (m) | K |
|---|---|---|---|---|
| Almacén de materias primas | 11,30 | 9,40 | 5,00 | 1,03 |
| Almacén general | 14,32 | 5,57 | 5,00 | 0,80 |
| Sala caliente de producción | 20,65 | 9,42 | 3,90 | 1,66 |
| Sala fría de producción | 13,17 | 12,18 | 3,90 | 1,62 |
| Almacén de producto terminado | 11,30 | 9,40 | 5,00 | 1,03 |
| Almacén de moldes | 6,44 | 5,85 | 3,90 | 0,79 |
| Sala lavamoldes | 8,39 | 7,48 | 3,90 | 1,01 |
| Oficina | 4,75 | 4,57 | 2,05 | 1,14 |
| Laboratorio | 4,75 | 4,12 | 1,90 | 1,16 |
| I+D | 4,75 | 3,40 | 1,90 | 1,04 |
| Sala de reuniones | 4,75 | 3,00 | 2,05 | 0,90 |
| Cuarto de limpieza y almacén de ropa | 4,75 | 2,71 | 2,80 | 0,62 |
| Aseo-vestuario hombres | 4,26 | 4,10 | 2,80 | 0,75 |
| Aseo-vestuario mujeres | 4,26 | 4,10 | 2,80 | 0,75 |
| Sala de descanso | 4,75 | 4,40 | 2,05 | 1,11 |
| Pasillo principal | 22,70 | 1,35 | 2,80 | 0,46 |
| Pasillo auxiliar | 14,00 | 1,65 | 2,80 | 0,53 |

*Fuente: elaboración propia.*

El flujo luminoso (Φ) es la cantidad total de luz emitida por una fuente en todas las direcciones por segundo. Se mide en lúmenes (lm), y refleja la capacidad de una fuente luminosa para generar iluminación visible.

$$\phi = \frac{1{,}25 \times E_m \times S}{\mu}$$

Siendo:

- $\phi$: Flujo luminoso, en lm.
- $E_m$: Nivel de iluminación por estancia, en lux.
- $S$: Superficie de cada sala, en $m^2$.
- $\mu$: rendimiento del flujo luminoso, que se obtiene de la siguiente tabla:

Tabla 3: Valores de rendimiento según local.

| Índice del local K | Techo claro Paredes claras Suelo oscuro | | | Techo claro Paredes oscuras Suelo oscuro | | | Techo oscuro Paredes oscuras Suelo oscuro | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 0,5 | 0,29 | 0,22 | 0,19 | 0,25 | 0,16 | 0,13 | 0,24 | 0,15 | 0,13 |
| 0,8 | 0,40 | 0,31 | 0,28 | 0,34 | 0,22 | 0,18 | 0,33 | 0,20 | 0,16 |
| 1,1 | 0,46 | 0,37 | 0,33 | 0,40 | 0,28 | 0,22 | 0,39 | 0,26 | 0,19 |
| 1,25 | 0,51 | 0,43 | 0,39 | 0,46 | 0,33 | 0,27 | 0,45 | 0,31 | 0,23 |
| 1,50 | 0,58 | 0,50 | 0,45 | 0,52 | 0,38 | 0,31 | 0,51 | 0,36 | 0,27 |
| 2,00 | 0,67 | 0,58 | 0,53 | 0,58 | 0,44 | 0,36 | 0,58 | 0,42 | 0,31 |
| 2,50 | 0,72 | 0,65 | 0,60 | 0,64 | 0,49 | 0,40 | 0,63 | 0,47 | 0,35 |
| 3,00 | 0,76 | 0,70 | 0,64 | 0,69 | 0,53 | 0,43 | 0,67 | 0,51 | 0,38 |
| 4,00 | 0,81 | 0,76 | 0,69 | 0,73 | 0,57 | 0,46 | 0,71 | 0,55 | 0,41 |
| 5,00 | 0,84 | 0,81 | 0,77 | 0,73 | 0,63 | 0,55 | 0,69 | 0,54 | 0,45 |

*Fuente: DIN 5040*

He decidido por utilizar los valores correspondientes a luminarias de tipo 2, considerando espacios con paredes de tonos claros y suelos oscuros.

Tabla 4: Flujo luminoso de cada zona.

| ZONA | S ($m^2$) | $E_m$ (Lx) | K | $\mu$ | $\phi$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Almacén de materias primas | 106,22 | 150 | 1,03 | 0,35 | 56903,57 |
| Almacén general | 79,83 | 150 | 0,80 | 0,31 | 48284,27 |
| Sala caliente de producción | 194,62 | 350 | 1,66 | 0,53 | 160653,30 |
| Sala fría de producción | 160,47 | 350 | 1,62 | 0,52 | 135010,82 |
| Almacén de producto terminado | 106,22 | 150 | 1,03 | 0,35 | 56903,57 |
| Almacén de moldes | 37,73 | 150 | 0,79 | 0,31 | 22820,56 |
| Sala lavamoldes | 53,56 | 150 | 1,01 | 0,34 | 29536,76 |
| Oficina | 21,73 | 500 | 1,14 | 0,40 | 33953,13 |
| Laboratorio | 19,55 | 500 | 1,16 | 0,41 | 29801,83 |
| I+D | 16,15 | 500 | 1,04 | 0,35 | 28839,29 |
| Sala de reuniones | 14,25 | 500 | 0,90 | 0,33 | 26988,64 |
| Cuarto de limpieza y almacén de ropa | 12,85 | 150 | 0,62 | 0,27 | 8923,61 |
| Aseo-vestuario hombres | 16,20 | 200 | 0,75 | 0,29 | 13965,52 |
| Aseo-vestuario mujeres | 16,20 | 200 | 0,75 | 0,29 | 13965,52 |
| Sala de descanso | 20,90 | 200 | 1,11 | 0,39 | 13397,44 |
| Pasillo principal | 39,72 | 150 | 0,46 | 0,21 | 35464,29 |
| Pasillo auxiliar | 25,07 | 150 | 0,53 | 0,23 | 20437,50 |

*Fuente: Elaboración propia.*

Las luminarias que se instalarán en el interior serán:

Tabla 5: Luminarias empleadas.

| TIPO DE LUMINARIA | POTENCIA (W) | LÚMENES |
|---|---|---|
| Pantalla LED estándar tipo lineal | 50 | 7000 |
| Lámpara downlight LED 10 cm | 12 | 1200 |
| Downlight LED 23 cm alto flujo | 30 | 3500 |

Fuente: elaboración propia.

### 3.1.3. Cálculo de luminarias interiores

Tabla 6: Número de luminarias necesario en cada recinto.

| ZONA | FLUJO TOTAL | FLUJO LUMINARIA | Nº DE LUMINARIAS | Nº REAL DE LUMINARIAS |
|---|---|---|---|---|
| Almacén de materias primas | 56903,57 | 7000 | 8,13 | 9 |
| Almacén general | 48284,27 | 7000 | 6,90 | 8 |
| Sala caliente de producción | 160653,30 | 7000 | 22,95 | 24 |
| Sala fría de producción | 135010,82 | 7000 | 19,29 | 20 |
| Almacén de producto terminado | 56903,57 | 7000 | 8,13 | 9 |
| Almacén de moldes | 22820,56 | 7000 | 3,26 | 4 |
| Sala lavamoldes | 29536,76 | 7000 | 4,22 | 5 |
| Oficina | 33953,13 | 3500 | 9,70 | 10 |
| Laboratorio | 29801,83 | 3500 | 8,51 | 9 |
| I+D | 28839,29 | 3500 | 8,24 | 9 |
| Sala de reuniones | 26988,64 | 3500 | 7,71 | 8 |
| Cuarto de limpieza y almacén de ropa | 8923,61 | 1200 | 7,44 | 8 |
| Aseo-vestuario hombres | 13965,52 | 1200 | 11,64 | 12 |
| Aseo-vestuario mujeres | 13965,52 | 1200 | 11,64 | 12 |
| Sala de descanso | 13397,44 | 1200 | 11,16 | 12 |
| Pasillo principal | 35464,29 | 3500 | 10,13 | 11 |
| Pasillo auxiliar | 20437,50 | 3500 | 5,84 | 6 |

*Fuente: elaboración propia.*

## 3.2. Alumbrado exterior

Este alumbrado tiene como objetivo iluminar el exterior de las instalaciones de la fábrica, garantizando la accesibilidad y la seguridad en condiciones de baja luz natural.

Dado que se encuentra expuesto, el sistema de iluminación exterior debe estar preparado para resistir condiciones meteorológicas adversas, por lo que las luminarias deben contar con un grado de protección adecuado, como mínimo un IP65, que asegure su durabilidad frente al polvo, la lluvia y otros agentes climáticos.

Tabla 7: Luminarias exteriores.

| TIPO DE LUMINARIA | POTENCIA (W) | LÚMENES |
|---|---|---|
| Foco LED tipo rectangular | 75 | 12.500 |

Fuente: elaboración propia.

Las luminarias exteriores serán colocadas directamente sobre la fachada, a una altura de 5 metros.

La separación entre focos se calcula con la siguiente expresión:

$$L = \frac{S \times CU \times f_m}{E_m \times a}$$

Siendo:

$L$: separación de luminarias

$S$: flujo luminoso del tipo de luminaria, en lm

$f_m$: factor de mantenimiento, que es 0,8

$CU$: coeficiente de utilización, el cual es 0,5

$E_m$: nivel medio de iluminación

$a$: espacio libre delante de la industria a iluminar

$$L = \frac{12500 \times 0{,}5 \times 0{,}8}{75 \times 5} = 13{,}33\ m$$

Por tanto, la separación que deben tener las luminarias del exterior de la nave es de 13 ,33 metros.

## 3.3. Alumbrado de emergencia

Se instalará un sistema de alumbrado de emergencia en cumplimiento con lo establecido en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y el Documento Básico SI del Código Técnico de la Edificación.

Se emplearán luminarias de emergencia autónomas del modelo Normagrup LITESTAR AT 150 LM, con las siguientes características técnicas:

- Flujo luminoso: 150 lúmenes en modo emergencia
- Autonomía mínima: 1 hora
- Tipo de instalación: superficie mural o techo
- Fuente de luz: LED de alta eficiencia

- Alimentación: 230V – 50Hz
- Grado de protección: IP65, apto para entornos industriales
- Señalización integrada con pictograma fotoluminiscente conforme a UNE-EN 1838.

# 4. Dimensionado de la red eléctrica.

## 4.1. Protecciones

### 4.1.1. Protección frente intensidades y cortocircuitos

De acuerdo con lo establecido en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-22 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), se garantiza la protección de las instalaciones eléctricas frente a sobreintensidades, ya sean sobrecargas o cortocircuitos.

Para asegurar esta protección se dispondrán los siguientes dispositivos:

- Fusibles calibrados tipo cortacircuitos, instalados en el cuadro general de protección y medida, con un poder de corte adecuado a la corriente de cortocircuito prevista en la red. Su función es limitar exclusivamente las sobreintensidades debidas a cortocircuitos, protegiendo la instalación aguas abajo.
- Interruptores automáticos magnetotérmicos, instalados en todas las líneas de distribución que alimentan equipos y receptores. Estos dispositivos ofrecen una protección completa frente a sobrecargas y cortocircuitos, actuando automáticamente en caso de que la intensidad supere los valores nominales de diseño.

### 4.1.2. Protección frente contacto directos

Se adoptarán las medidas necesarias para garantizar la protección de las personas frente al contacto eléctrico, tanto directo como indirecto, durante la operación de las instalaciones, en relación con lo establecido en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-24 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT).

Con este fin, se tendrán en cuenta las siguientes disposiciones:

- Se verificará que todos los circuitos, equipos y elementos activos permanezcan correctamente cerrados, aislados o protegidos, de modo que se evite el acceso accidental al voltaje de funcionamiento.
- Los envolventes de las canalizaciones, cuadros eléctricos y receptores deberán contar con el grado de protección adecuado (mínimo IPXXB en zonas accesibles).

- Se asegurará la conexión equipotencial de masas y la instalación de dispositivos diferenciales de alta sensibilidad (≤ 30 mA), que garanticen la desconexión automática de la alimentación en caso de derivaciones peligrosas.

Estas medidas tienen como objetivo minimizar el riesgo de contacto eléctrico con personas u objetos, garantizando el cumplimiento de los requisitos de seguridad eléctrica establecidos por la normativa vigente.

### 4.1.3. Protección frente contacto indirectos

Según lo establecido en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-24 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), se implementarán medidas de protección frente a contactos indirectos, con el fin de evitar que una persona pueda sufrir una descarga eléctrica al entrar en contacto con masas puestas accidentalmente bajo tensión.

Para ello, se instalarán en la instalación interruptores diferenciales de alta sensibilidad, con un umbral de disparo igual o inferior a 30 mA, capaces de detectar corrientes de fuga y desconectar automáticamente el suministro eléctrico, minimizando el riesgo para los trabajadores.

En aquellas zonas o circuitos donde se requiera protección adicional contra riesgos de incendio o deterioro de la instalación (por ejemplo, líneas de distribución generales), se podrán instalar diferenciales de sensibilidad superior, como 300 mA, exclusivamente como protección complementaria contra defectos de aislamiento, pero nunca como protección directa a personas.

## 4.2. Toma a tierra

La instalación de puesta a tierra constituye un sistema fundamental de seguridad eléctrica en cualquier instalación industrial. Su objetivo principal es proteger a las personas, los equipos y las instalaciones frente a posibles corrientes de fuga, sobretensiones transitorias o descargas atmosféricas.

Objetivos principales de la toma de tierra:

- Conducción de energía del rayo:
  En instalaciones con pararrayos o expuestas a descargas atmosféricas, la toma de tierra debe permitir el drenaje seguro de la corriente del rayo hasta el terreno, a través de conductores y electrodos, evitando daños a las estructuras o personas.

- Seguridad para las personas:
  En caso de avería o fallo de aislamiento, si una masa metálica queda accidentalmente energizada, la toma de tierra proporciona una trayectoria de baja impedancia que facilita la actuación de los dispositivos de protección (como los diferenciales), evitando así descargas peligrosas al contacto.

- Drenaje de cargas estáticas:
  Especialmente en entornos industriales con presencia de equipos electrónicos sensibles, la toma de tierra evita la acumulación de electricidad estática, que podría dañar componentes como sensores, placas electrónicas o equipos de automatización.

Configuración del sistema de puesta a tierra

El sistema estará compuesto por:

- 5 picas de acero galvanizado con recubrimiento electrolítico de cobre (espesor mínimo: 100–300 µm).
- Las picas estarán interconectadas mediante un conductor de cobre desnudo de 35 mm², formando una línea enterrada de 10 metros de longitud total, con separación de 2 metros entre picas.

Cálculo estimado:

$$Longitud\ necesaria = \frac{Resistividad\ del\ terreno}{Resintencia\ objetivo} = \frac{200}{20} = 10\ m$$

Esta red enterrada garantiza una resistencia de puesta a tierra inferior a 20 Ω, asegurando la correcta evacuación de corrientes de fuga o descargas.

## 4.3. Acometida

La acometida eléctrica es el elemento que enlaza la red de distribución de la empresa suministradora con el cuadro general de protección y medida (CGPM) de la instalación. En este caso, la acometida se realiza de forma subterránea, mediante una zanja técnica de 80 cm de profundidad.

Esta acometida constituye el punto de entrada del suministro eléctrico desde la red pública hasta la instalación industrial, siendo imprescindible para garantizar el funcionamiento de todos los sistemas eléctricos del edificio.

La línea de acometida estará formada por un cable de tensión asignada 0,6 / 1 kV, apto para instalaciones subterráneas, con el nivel de aislamiento y sección adecuados a la potencia contratada y al diseño del proyecto.

## 4.4. Cuadro general de protección y medida

El cuadro general de protección y medida (CGPM) se ubicará próximo al punto de entrada de la acometida en la parcela, en un emplazamiento de fácil acceso para personal autorizado, tanto para labores de mantenimiento como para inspecciones o actuaciones de emergencia.

Este cuadro constituye el elemento principal de protección, seccionamiento y control de la instalación eléctrica, siendo el nexo entre la red de distribución pública y la red interior del edificio. Por él circulará una alimentación trifásica de 400/230 V, con el sistema de distribución habitual de tres fases + neutro (3F+N).

El CGPM estará equipado con los siguientes dispositivos:

- Interruptor general automático (IGA):
  Se trata de un interruptor magnetotérmico de corte omnipolar, cuya misión es proteger globalmente la instalación interior frente a sobrecargas y cortocircuitos, permitiendo además el seccionamiento completo del suministro.
- Interruptores automáticos secundarios:
  Son interruptores magnetotérmicos individuales para cada circuito interior (iluminación, tomas de corriente, climatización, etc.). Su función es limitar las sobreintensidades en cada línea, evitando daños localizados y favoreciendo la selectividad de la protección.
- Interruptor diferencial:
  Este dispositivo tiene como función detectar fugas de corriente debidas a fallos de aislamiento o contactos indirectos. Compara la corriente que circula por el conductor de fase con la que retorna por el neutro; si detecta una diferencia superior al umbral de sensibilidad (por ejemplo, 30 mA), interrumpe automáticamente el suministro, protegiendo a las personas frente a descargas eléctricas.

Estos elementos conforman un sistema de seguridad integral que permite garantizar la continuidad del servicio eléctrico, proteger a las personas y salvaguardar los equipos frente a incidentes eléctricos.

## 4.5. Cuadro general de distribución

Este equipo recibe la corriente trifásica (400/230 V) proveniente del cuadro general de protección y medida. Su función es distribuir el suministro eléctrico, proporcionando corriente monofásica (230 V) al cuadro secundario número 1 y corriente trifásica (400 V) al cuadro secundario número 2.

Este cuadro se conecta a la caja general de protección y al contador mediante una línea conocida como derivación individual. Para esta conexión se emplearán conductores del tipo B2, los cuales son cables multiconductores con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta exterior de policloruro de vinilo (PVC). Estos cables estarán enterrados directamente en el terreno, cumpliendo con lo establecido en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-07. La tensión nominal de servicio para esta instalación es de 0,6/1 kV.

## 4.6. Cuadros secundarios de distribución

- Cuadro secundario número 1.
  Suministrará energía de iluminación y potencia, abasteciendo a luminarias, tomas de corriente y radiadores eléctricos. Distribuirá una tensión a los circuitos de 230 V y se situará en la pared del pasillo de la zona de administración. El suministro monofásico está compuesto con un conductor fase, un conductor neutro y un conductor de protección. Desde la caja general de distribución se usarán cables multiconductores empotrados en la pared del tipo B2 con

polietileno reticulado (2x XLPE), cubierta de policloruro de vinilo y con una tensión nominal de 0,6 / 1 Kv.

- Cuadro secundario número 2.
  Suministrara energía de fuerza a los equipos y maquinaria de la zona de producción. Distribuirá una tensión a los circuitos de 400 V y se situará en la pared sala de producción. El suministro trifásico está compuesto con tres conductores fase, un conductor neutro y un conductor de protección Desde la caja general de distribución también se usarán cables multiconductores empotrados en la pared del tipo B2 con polietileno reticulado (2x XLPE), cubierta de policloruro de vinilo y con una tensión nominal de 0,6 / 1 Kv.

### 4.6.1. Necesidades de potencia

A continuación, se procede al cálculo de las necesidades de potencia de los cuadros secundarios.

La potencia eléctrica requerida para cada equipo será la indicada en su correspondiente ficha técnica, la cual debe ser tenida en cuenta para dimensionar correctamente la instalación eléctrica de fuerza.

Tabla 8: Cuadro secundario 1.

| CIRCUITO | ZONA | ELEMENTO | Cos $\varphi$ | TENSIÓN (V) | POTENCIA (W) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Almacén de materias primas | 9 lámparas | 0,9 | 230 | 450 |
| | | 2 enchufes | 0,9 | 230 | 300 |
| 2 | Almacén general | 8 lámparas | 0,9 | 230 | 400 |
| 3 | Sala caliente de producción | 24 lámparas | 0,9 | 230 | 1200 |
| 4 | Sala fría de producción | 20 lámparas | 0,9 | 230 | 1000 |
| 5 | Almacén de producto terminado | 9 lámparas | 0,9 | 230 | 450 |
| | | 2 enchufes | 0,9 | 230 | 300 |
| 6 | Almacén de moldes | 4 lámparas | 0,9 | 230 | 200 |
| 7 | Sala lavamoldes | 5 lámparas | 0,9 | 230 | 250 |
| 8 | Oficina | 10 lámparas | 0,9 | 230 | 300 |
| | | 4 enchufes | 0,9 | 230 | 600 |
| | | 1 radiador | 0,9 | 230 | 1500 |
| 9 | Laboratorio | 9 lámparas | 0,9 | 230 | 270 |
| | | 4 enchufes | 0,9 | 230 | 600 |
| | | 1 radiador | 0,9 | 230 | 1500 |
| 10 | I+D | 9 lámparas | 0,9 | 230 | 270 |
| | | 4 enchufes | 0,9 | 230 | 600 |
| | | 1 radiador | 0,9 | 230 | 1500 |
| 11 | Sala de reuniones | 8 lámparas | 0,9 | 230 | 240 |
| | | 2 enchufes | 0,9 | 230 | 300 |
| | | 1 radiador | 0,9 | 230 | 1500 |
| 12 | Cuarto de limpieza y almacén de ropa | 8 lámparas | 0,9 | 230 | 96 |
| 13 | Aseo-vestuario hombres | 12 lámparas | 0,9 | 230 | 144 |
| | | 2 enchufes | 0,9 | 230 | 300 |
| | | 1 radiador | 0,9 | 230 | 1500 |
| 14 | Aseo-vestuario mujeres | 12 lámparas | 0,9 | 230 | 144 |
| | | 2 enchufes | 0,9 | 230 | 300 |
| | | 1 radiador | 0,9 | 230 | 1500 |
| 15 | Sala de descanso | 12 lámparas | 0,9 | 230 | 144 |
| | | 1 radiador | 0,9 | 230 | 1500 |
| | | 4 enchufes | 0,9 | 230 | 600 |
| 16 | Pasillo principal | 11 lámparas | 0,9 | 230 | 330 |
| | | 4 radiadores | 0,9 | 230 | 6000 |
| 17 | Pasillo auxiliar | 6 lámparas | 0,9 | 230 | 180 |
| | | 2 radiadores | 0,9 | 230 | 3000 |
| Potencia total | | | | | **29468 W** |

*Fuente: elaboración propia.*

El cuadro secundario 1 presenta una demanda de potencia de 29,468 kW, correspondiente a un suministro de corriente monofásica (230 V).

Tabla 9: Cuadro secundario 2.

| CIRCUITO | MÁQUINA | Cos $\varphi$ | TENSIÓN (V) | POTENCIA (kW) |
|---|---|---|---|---|
| 18 | Mezcladora | 0,75 | 400 | 18 |
| 19 | Refinadora de dos rodillos | 0,75 | 400 | 12,1 |
| 20 | Refinadora de cinco rodillos | 0,75 | 400 | 15 |
| 21 | Concha | 0,75 | 400 | 20 |
| 22 | Atemperador | 0,75 | 400 | 4,5 |
| 23 | 2 mezcladoras para rellenos | 0,75 | 400 | 1,2 |
| 24 | Moldeadora | 0,75 | 400 | 3,5 |
| 25 | Área vibratoria autónoma | 0,75 | 400 | 1 |
| 26 | Túnel de enfriamiento vertical | 0,75 | 400 | 12 |
| 27 | Desmoldadora | 0,75 | 400 | 1,5 |
| 28 | 3 envasadoras | 0,75 | 400 | 6 |
| 29 | Máquina lava moldes | 0,75 | 400 | 41 |
| 30 | Compresor | 0,75 | 400 | 3 |
| Potencia total | | | | **138,8 kW** |

*Fuente: elaboración propia.*

De acuerdo con lo establecido en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-19, para un dimensionado adecuado de los conductores, debe aplicarse un factor de corrección que tenga en cuenta posibles desviaciones en el suministro eléctrico. Esta corrección es obligatoria únicamente en aquellos conductores que alimentan directamente motores de forma individual.

En estos casos, se requiere un incremento del 25% sobre la potencia calculada inicialmente, lo que implica multiplicar dicho valor por un coeficiente de 1,25. Esta medida garantiza la seguridad y el correcto funcionamiento de la instalación ante demandas puntuales superiores a las nominales.

Tabla 10: Cuadro secundario 2 corregido.

| CIRCUITO | MÁQUINA | POTENCIA (kW) | FACTOR DE CORRECCIÓN | POTENCIA REAL (W) |
|---|---|---|---|---|
| 18 | Mezcladora | 18 | 1,25 | 22,5 |
| 19 | Refinadora de dos rodillos | 12,1 | 1,25 | 15,125 |
| 20 | Refinadora de cinco rodillos | 15 | 1,25 | 18,75 |
| 21 | Concha | 20 | 1,25 | 25 |
| 22 | Atemperador | 4,5 | 1,25 | 5,625 |
| 23 | 2 mezcladoras para rellenos | 1,2 | 1,25 | 1,5 |
| 24 | Moldeadora | 3,5 | 1,25 | 4,375 |
| 25 | Área vibratoria autónoma | 1 | 1,25 | 1,25 |
| 26 | Túnel de enfriamiento vertical | 12 | 1,25 | 15 |
| 27 | Desmoldadora | 1,5 | 1,25 | 1,875 |
| 28 | 3 envasadoras | 6 | 1,25 | 7,5 |
| 29 | Máquina lava moldes | 41 | 1,25 | 51,25 |
| 30 | Compresor | 3 | 1,25 | 3,75 |
| Potencia total | | | | **173,5 kW** |

*Fuente: elaboración propia.*

El cuadro secundario 2 presenta una demanda de potencia de 173,5 kW, correspondiente a un suministro de corriente trifásica (400 V).

### 4.6.2. Cálculo de intensidad

La fórmula utilizada para calcular la intensidad varía según se trate de un suministro monofásico o trifásico, debido a las diferencias en la naturaleza del sistema eléctrico y la forma en que se distribuye la potencia.

| | |
|---|---|
| MONOFÁSICA | $I = \frac{P}{U \times Cos\varphi}$ |
| TRIFÁSICA | $I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times Cos\varphi}$ |

Siendo:

- $P$: potencia, en W.
- $U$: tensión, en V.
- $Cos\varphi$: factor de potencia, para corriente monofásica e 0,9 y para corriente trifásica es 0,75.

Una vez calculada la intensidad, se elige la sección de cable más conveniente para la instalación mediante la tabla de intensidades admisibles para cables conductores de cobre.

Tabla 11: Intensidades admisibles para cables con conductores de cobre.

*Tabla A - Intensidades admisibles para cables con conductores de cobre, no enterrados*
*Temperatura ambiente 40ºC en el aire*

| Método de instalación* | Número de conductores cargados y tipo de aislamiento | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A1 | | 3x PVC | 2x PVC | | 3x XLPE | 2x XLPE | | | | | | |
| A2 | 3x PVC | 2x PVC | | 3x XLPE | 2x XLPE | | | | | | | |
| B1 | | | | 3x PVC | 2x PVC | | 3x XLPE | | 2x XLPE | | | |
| B2 | | | 3x PVC | 2x PVC | | 3x XLPE | 2x XLPE | | | | | |
| C | | | | | 3x PVC | | 2x PVC | 3x XLPE | | 2x XLPE | | |
| E | | | | | | 3x PVC | | 2x PVC | 3x XLPE | | 2x XLPE | |
| F | | | | | | | 3x PVC | | 2x PVC | 3x XLPE | | 2x XLPE |
| Sección $mm^2$ COBRE | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 1,5 | 11 | 11,5 | 13 | 13,5 | 15 | 16 | 16,5 | 19 | 20 | 21 | 24 | -- |
| 2,5 | 15 | 16 | 17,5 | 18,5 | 21 | 22 | 23 | 26 | 26,5 | 29 | 33 | -- |
| 4 | 20 | 21 | 23 | 24 | 27 | 30 | 31 | 34 | 36 | 38 | 45 | -- |
| 6 | 25 | 27 | 30 | 32 | 36 | 37 | 40 | 44 | 46 | 49 | 57 | -- |
| 10 | 34 | 37 | 40 | 44 | 50 | 52 | 54 | 60 | 65 | 68 | 76 | -- |
| 16 | 45 | 49 | 54 | 59 | 66 | 70 | 73 | 81 | 87 | 91 | 105 | -- |
| 25 | 59 | 64 | 70 | 77 | 84 | 88 | 95 | 103 | 110 | 116 | 123 | 140 |
| 35 | -- | 77 | 86 | 96 | 104 | 110 | 119 | 127 | 137 | 144 | 154 | 174 |
| 50 | -- | 94 | 103 | 117 | 125 | 133 | 145 | 155 | 167 | 175 | 188 | 210 |
| 70 | -- | -- | -- | 149 | 160 | 171 | 185 | 199 | 214 | 224 | 244 | 269 |
| 95 | -- | -- | -- | 180 | 194 | 207 | 224 | 241 | 259 | 271 | 296 | 327 |
| 120 | -- | -- | -- | 208 | 225 | 240 | 260 | 280 | 301 | 314 | 348 | 380 |
| 150 | -- | -- | -- | 236 | 260 | 278 | 299 | 322 | 343 | 363 | 404 | 438 |
| 185 | -- | -- | -- | 268 | 297 | 317 | 341 | 368 | 391 | 415 | 464 | 500 |
| 240 | -- | -- | -- | 315 | 350 | 374 | 401 | 435 | 468 | 490 | 552 | 590 |
| 300 | -- | -- | -- | 361 | 401 | 430 | 461 | 500 | 538 | 563 | 638 | 678 |
| 400 | -- | -- | -- | 431 | 480 | 515 | 552 | 699 | 645 | 674 | 770 | 812 |
| 500 | -- | -- | -- | 493 | 551 | 592 | 633 | 687 | 741 | 774 | 889 | 931 |
| 630 | -- | -- | -- | 565 | 632 | 681 | 728 | 790 | 853 | 890 | 1028 | 1071 |

*Se indican como 3x los circuitos trifásicos y como 2x los monofásicos.*
*A efecto de las intensidades admisibles los cables con aislamiento termoplástico a base de poliolefina (Z1) son equivalentes a los cables con aislamiento de policloruro de vinilo (V).*

*Fuente: Guía Técnica de Aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT)*

### 4.6.3. Calculo de caída de tensión

Conociendo la sección del cable, las intensidades de cada circuito, las longitudes correspondientes y la potencia real, es posible calcular la caída de tensión en cada instalación. Para ello, se emplean las siguientes fórmulas, adaptadas según el tipo de corriente:

| | |
|---|---|
| MONOFÁSICA | $e = \frac{2 \times L \times P}{C \times S \times U}$ |
| TRIFÁSICA | $e = \frac{\sqrt{3} \times L \times P}{C \times S \times U}$ |

Siendo:

- $P$: potencia, en W.
- $U$: tensión, en V.
- $L$: longitud, en m.
- $C$: conductividad del cobre a 20 ºC, que es 56.
- $S$: sección del cable, en mm$^2$.

Una vez determinados todos los valores necesarios (potencia real, intensidad, sección del conductor y longitud del circuito), se procede al cálculo de la caída de tensión para cada uno de los dos cuadros que conforman nuestra instalación. Los resultados se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 12: cálculo de intensidad, y caída de tensión de cuadro secundario 1.

| CIRCUITO | ZONA | ELEMENTO | POTENCIA | INTENSIDAD (A) | SECCIÓN ($mm^2$) | L (m) | CAÍDA TENSIÓN (V) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Almacén de materias primas | 9 lámparas | 450 | 2,17 | 2,5 | 55 | 1,54 |
| | | 2 enchufes | 300 | 1,45 | 2,5 | 43 | 0,80 |
| 2 | Almacén general | 8 lámparas | 400 | 1,93 | 2,5 | 30 | 0,75 |
| 3 | Sala caliente de producción | 24 lámparas | 1200 | 5,80 | 2,5 | 45 | 3,35 |
| 4 | Sala fría de producción | 20 lámparas | 1000 | 4,83 | 2,5 | 55 | 3,42 |
| 5 | Almacén de producto terminado | 9 lámparas | 450 | 2,17 | 2,5 | 65 | 1,82 |
| | | 2 enchufes | 300 | 1,45 | 2,5 | 63 | 1,17 |
| 6 | Almacén de moldes | 4 lámparas | 200 | 0,97 | 2,5 | 31 | 0,39 |
| 7 | Sala lavamoldes | 5 lámparas | 250 | 1,21 | 2,5 | 30 | 0,47 |
| 8 | Oficina | 10 lámparas | 300 | 1,45 | 2,5 | 29 | 0,54 |
| | | 4 enchufes | 600 | 2,90 | 2,5 | 28,5 | 1,06 |
| | | 1 radiador | 1500 | 7,25 | 2,5 | 27 | 2,52 |
| 9 | Laboratorio | 9 lámparas | 270 | 1,30 | 2,5 | 25 | 0,42 |
| | | 4 enchufes | 600 | 2,90 | 2,5 | 28 | 1,04 |
| | | 1 radiador | 1500 | 7,25 | 2,5 | 23 | 2,14 |
| 10 | I+D | 9 lámparas | 270 | 1,30 | 2,5 | 11 | 0,18 |
| | | 4 enchufes | 600 | 2,90 | 2,5 | 10 | 0,37 |
| | | 1 radiador | 1500 | 7,25 | 2,5 | 9,5 | 0,89 |
| 11 | Sala de reuniones | 8 lámparas | 240 | 1,16 | 2,5 | 20 | 0,30 |
| | | 2 enchufes | 300 | 1,45 | 2,5 | 19,5 | 0,36 |
| | | 1 radiador | 1500 | 7,25 | 2,5 | 22 | 2,05 |
| 12 | Cuarto de limpieza y alm. de ropa | 8 lámparas | 96 | 0,46 | 2,5 | 5 | 0,03 |
| 13 | Aseo-vestuario hombres | 12 lámparas | 144 | 0,70 | 2,5 | 8 | 0,07 |
| | | 2 enchufes | 300 | 1,45 | 2,5 | 9 | 0,17 |
| | | 1 radiador | 1500 | 7,25 | 2,5 | 7,5 | 0,70 |
| 14 | Aseo-vestuario mujeres | 12 lámparas | 144 | 0,70 | 2,5 | 10 | 0,09 |
| | | 2 enchufes | 300 | 1,45 | 2,5 | 12 | 0,22 |
| | | 1 radiador | 1500 | 7,25 | 2,5 | 13 | 1,21 |
| 15 | Sala de descanso | 12 lámparas | 144 | 0,70 | 2,5 | 17 | 0,15 |
| | | 1 radiador | 1500 | 7,25 | 2,5 | 18 | 1,68 |
| | | 4 enchufes | 600 | 2,90 | 2,5 | 20 | 0,75 |
| 16 | Pasillo principal | 11 lámparas | 330 | 1,59 | 2,5 | 26 | 0,53 |
| | | 4 radiadores | 6000 | 28,99 | 6 | 24 | 3,73 |
| 17 | Pasillo auxiliar | 6 lámparas | 180 | 0,87 | 2,5 | 26 | 0,29 |
| | | 2 radiadores | 3000 | 14,49 | 2,5 | 22 | 4,10 |
| LÍNEA CUADRO 1 | | | **29468** | **142,36** | **70** | **2** | **0,13** |

*Fuente: elaboración propia.*

Tabla 13: cálculo de intensidad, y caíde de tensión de cuadro secundario 2.

| CIRCUITO | ELEMENTO | POTENCIA (W) | INTENSIDAD (A) | SECCIÓN ($mm^2$) | L (m) | CAÍDA TENSIÓN (V) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 18 | Mezcladora | 18000 | 34,64 | 10 | 40 | 9,68 |
| 19 | Refinadora de dos rodillos | 12100 | 23,29 | 10 | 42 | 6,83 |
| 20 | Refinadora de cinco rodillos | 15000 | 28,87 | 10 | 38 | 7,66 |
| 21 | Concha | 20000 | 38,49 | 10 | 36 | 9,68 |
| 22 | Atemperador | 4500 | 8,66 | 2,5 | 48 | 11,62 |
| 23 | 2 mezcladoras para rellenos | 1200 | 2,31 | 2,5 | 42 | 2,71 |
| 24 | Moldeadora | 3500 | 6,74 | 2,5 | 41 | 7,72 |
| 25 | Área vibratoria autónoma | 10000 | 19,25 | 4 | 48 | 16,14 |
| 26 | Túnel de enfriamiento vertical | 12000 | 23,09 | 10 | 50 | 8,07 |
| 27 | Desmoldadora | 1500 | 2,89 | 6 | 51 | 1,71 |
| 28 | 3 envasadoras | 6000 | 11,55 | 2,5 | 55 | 17,75 |
| 29 | Máquina lava moldes | 41000 | 78,91 | 35 | 38 | 5,99 |
| 30 | Compresor | 3000 | 5,77 | 2,5 | 2 | 0,32 |
| LÍNEA CUADRO 2 | | **147800** | **284,45** | **120** | **2** | **0,33** |

*Fuente: elaboración propia.*

Para terminar, para completar este método de cálculo, se verifica que la caída de tensión en cada uno de los cuadros se mantenga dentro de los límites máximos admisibles establecidos por la normativa vigente. Tal como se ha indicado previamente, la Instrucción Técnica Complementaria establece que:

- Para redes de alumbrado, la caída de tensión no debe superar el 3% de la tensión nominal.
- Para redes de fuerza y tomas de corriente, el límite permitido es del 5% de la tensión nominal.

<u>Cuadro secundario número 1:</u>

- Tomas de corriente y radiadores (230 V):
  Límite máximo de caída de tensión: 6,9 V.

- Circuitos de alumbrado (230 V):
  Límite máximo de caída de tensión: 11,5 V.

Se verifica que todos los circuitos cumplen con los valores establecidos.

Cuadro secundario número 2:

- Circuitos de fuerza (400 V):
  Límite máximo de caída de tensión: 20 V.

Se confirma que todos los circuitos cumplen con los requisitos normativos.

# 5. Necesidades eléctricas finales

## 5.1. Potencia requerida

Finalmente, al realizar el sumatorio de las potencias correspondientes a los dos cuadros secundarios, se obtiene una potencia total de 177.268 W requerida en la derivación individual para cubrir la totalidad de las necesidades eléctricas de la actividad industrial.

No obstante, es importante considerar que no todos los equipos y sistemas funcionarán simultáneamente en condiciones reales de operación. Por esta razón, y conforme a criterios técnicos habituales en instalaciones industriales, se aplica un coeficiente de simultaneidad que ajusta la potencia real a una demanda más representativa del uso efectivo.

En este caso, se adopta un coeficiente del 80%, valor comúnmente aceptado en instalaciones de similares características. Por tanto, la potencia demandada ajustada será:

$$P_{requerida} = 177.268 \times 0{,}8 = 141.814.4\ W$$

La industria contará con una potencia de 150 kW.

## 5.2. Cuadro resumen

De acuerdo con la normativa vigente, la caída de tensión máxima permitida en la línea de derivación individual, es decir, entre el cuadro general de protección y medida y el cuadro de distribución, no debe superar el 1% de la tensión nominal.

Se establece que la caída de tensión entre el cuadro de distribución y cada uno de los cuadros secundarios tampoco podrá superar el 1% de dicha tensión nominal.

Tabla 14: Resumen de la instalación eléctrica.

| CIRCUITO | LONGITUD (m) | POTENCIA (W) | INTENSIDAD (A) | SECCIÓN ($mm^2$) | CAÍDA TENSIÓN (V) |
|---|---|---|---|---|---|
| Derivación | 20 | 177.268 | 590,9 | 150 | 2,39 |
| Cuadro 1 | 2 | 29.468 | 142,36 | 70 | 0,13 |
| Cuadro 2 | 2 | 147.800 | 284,45 | 120 | 0,33 |

Fuente: elaboración propia.

# ANEJO 6.2. CÁLCULO DE INSTALACIONES

## Sub anejo 6.2.4 Instalación de aire comprimido

Miguel Tazo Castrillo
Universidad de Valladolid (Campus de Palencia) - E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Grado en Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

# ÍNDICE

**1. Objetivo ..... 3**

**2. Demanda de aire comprimido ..... 3**

**3. Elementos de la instalación ..... 3**

**4. Cálculo de la sección de tubería ..... 4**

# 1. Objetivo

En el siguiente anejo se procederá al cálculo y dimensionado de los equipos de aire comprimido necesarios para la industria de bombones de chocolate, con el objetivo de garantizar el correcto desarrollo del proceso productivo. Este sistema constituye un elemento esencial en diversas etapas de la fabricación, por lo que su diseño debe responder a criterios de eficiencia, fiabilidad y adaptación a la demanda real de la instalación.

# 2. Demanda de aire comprimido

Será imprescindible disponer de un sistema de aire comprimido para asegurar el correcto funcionamiento de varios equipos clave en el proceso productivo. En concreto, se requiere suministro neumático para la moldeadora-dosificadora, el módulo vibratorio autónomo y la desmoldeadora, todos ellos ubicados en la sala fría de producción de la industria. Estos equipos forman parte integral de la línea de fabricación de bombones de chocolate, por lo que el dimensionado adecuado del sistema de aire comprimido resulta fundamental para garantizar la continuidad y eficiencia del proceso.

Las necesidades de la maquinaria son:

Tabla 1: Demanda de aire comprimido

| MÁQUINA | CAUDAL | CAUDAL ($m^3/h$) | PRESIÓN |
|---|---|---|---|
| Moldeadora-dosificadora | 80 l/min | 4,8 | 6 bar |
| Área vibratoria autónoma | 40 l/min | 2,4 | 6 bar |
| (3) Desmoldadora | 3 x 100 l/min | 3 x 6 | 6 bar |

*Fuente: elaboración propia.*

# 3. Elementos de la instalación

La instalación de aire comprimido estará constituida por los siguientes componentes fundamentales, diseñados para garantizar un suministro fiable, continuo y adaptado a las exigencias del proceso productivo:

- Compresor con un caudal mínimo de 570 l/min, potencia de 3,1 kW y una presión mínima de servicio de 6 bar, suficientes para cubrir simultáneamente las demandas de los distintos equipos neumáticos.
- Filtro de línea, instalado previo a la alimentación de las máquinas, con el fin de eliminar impurezas y garantizar un aire limpio y seco que proteja los componentes neumáticos.
- Equipos consumidores:
    - Una moldeadora-dosificadora.
    - Un módulo vibratorio autónomo.
    - Tres desmoldadoras.

- Reguladores de presión, colocados estratégicamente en línea con la red de distribución para ajustar la presión de trabajo en función de los requerimientos específicos de cada equipo.
- Válvulas de seccionamiento, instaladas tanto en el distribuidor principal como en las derivaciones secundarias, permitiendo la interrupción del flujo de aire comprimido de forma rápida y segura durante tareas de mantenimiento o situaciones de emergencia.

La canalización de aire comprimido desde el compresor hasta la sala fría de producción se ejecutará con una pendiente descendente mínima del 0,5% en el sentido del flujo, con el objetivo de facilitar la evacuación del agua condensada. Esta medida es fundamental para prevenir la acumulación de humedad en la red, la cual podría afectar negativamente al funcionamiento de los equipos neumáticos y reducir la vida útil del sistema.

La red de distribución incluirá una tubería principal que se extenderá hasta la sala fría de producción, desde la cual partirán dos derivaciones independientes, una destinada a alimentar cada uno de los equipos. Esta configuración permite un suministro equilibrado, reduce pérdidas de carga y facilita las labores de mantenimiento.

## 4. Cálculo de la sección de tubería

El cálculo de la sección de la tubería principal y sus derivaciones se realiza empleando la siguiente expresión, la cual permite dimensionar adecuadamente el diámetro interior del conducto en función del caudal de aire comprimido, la presión de trabajo y la velocidad recomendada del flujo:

$$Dmin = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times v}}$$

Siendo:

- $Dmin$: diámetro mínimo, en m.
- $Q$: caudal del aire comprimido, en $m^3/h$.
- $v$: velocidad, en m/h.

Por lo tanto, una vez establecidas las velocidades recomendadas de circulación del aire comprimido, se procede al cálculo de las secciones necesarias para cada tramo de la instalación:

- Para la tubería principal, se adopta una velocidad de diseño de 6 m/s, adecuada para mantener un régimen de flujo eficiente, reduciendo las pérdidas de carga y facilitando la evacuación de condensados.
- Para las derivaciones hacia las máquinas, se considera una velocidad de 15 m/s, valor aceptable en tramos secundarios donde las pérdidas de carga y el ruido tienen un impacto menor.

Tabla 2: diámetro mínimo de cada tramo.

| TRAMO | VELOCIDAD (m/h) | CAUDAL ($m^3$/h) | DIÁMETRO (mm) | DIÁMETRO COMERCIAL |
|---|---|---|---|---|
| Tubería principal | 21600 | 34,2 | 44,90 | 44,45 mm |
| Moldeadora-dosificadora | 54000 | 4,8 | 10,64 | 13 mm |
| Área vibratoria autónoma | 54000 | 2,4 | 7,52 | 10 mm |
| Desmoldadora 1 | 54000 | 6 | 11,89 | 13 mm |
| Desmoldadora 2 | 54000 | 6 | 11,89 | 13 mm |
| Desmoldadora 3 | 54000 | 6 | 11,89 | 13 mm |

*Fuente: elaboración propia.*

# ANEJO 7. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

# ÍNDICE

**1 Introducción** ..... 3

**2 Descripción y situación de la zona** ..... 3

**2.1Climatología de la zona** ..... 3

**2.2 Medio atmosférico** ..... 6

**2.3 Medio socioeconómico** ..... 7

**3 Acciones de impacto** ..... 8

**3.1 Impacto sobre el paisaje** ..... 8

**3.2 Impacto sobre la atmósfera** ..... 8

**3.3 Impacto sobre el suelo y el agua** ..... 8

**3.4 Impacto sobre la fauna y la flora** ..... 8

**4 Medidas preventivas, correctoras o compensatorias.** ..... 8

**5 Conclusión** ..... 9

# 1 Introducción

El presente anejo tiene como objetivo analizar los efectos ambientales potenciales de una industria de elaboración de bombones ubicada en el Polígono Industrial de Villadangos del Páramo. Este estudio evalúa cómo las actividades de construcción, operación y funcionamiento de la planta podrían influir en el entorno físico, biótico y social del área.

Antes de iniciar las obras, se considera necesario determinar si se requieren permisos ambientales o una evaluación de impacto ambiental (EIA) para cumplir con la normativa vigente. La legislación aplicable incluye la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental, y el Decreto Legislativo 1/2015, de 12 de noviembre, que aprueba el texto refundido de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León.

El impacto ambiental se define como cualquier alteración —positiva o negativa— causada por una actividad sobre los componentes físicos, biológicos y sociales del medio. En el caso de una industria alimentaria como esta, los impactos más relevantes incluyen:

- Emisiones sonoras y vibraciones durante la producción.
- Contaminación de ecosistemas acuáticos por posibles vertidos en cauces.
- Consumo de recursos naturales (agua, energía).
- Emisiones atmosféricas que contribuyen a la contaminación del aire.
- Generación de residuos peligrosos asociados a procesos industriales.

# 2 Descripción y situación de la zona

El proyecto consiste en la construcción de una industria de bombones de chocolate, en el polígono industrial de Villadangos del Páramo (León). La nave tendrá una superficie de 1035 $m^2$, con unas dimensiones de 23,8 x 43,5 m. La parcela esta previamente sin edificar y es un tipo de suelo urbanizable de 5.300 $m^2$.

## 2.1Climatología de la zona

Para la caracterización climática del área de estudio se ha tomado como base los datos aportados por la estación meteorológica de León “Virgen del Camino” (Clave 2661), situada a 4 km aproximadamente hacia el este del área de estudio, con una altitud de 913 m y que cuenta con datos termo pluviométricos.

El clima del municipio de Villadangos del Páramo corresponde con un clima mediterráneo con periodos de estacionalidad claramente marcados, con una temperatura media que ronda los 11 ºC.

Respecto a la temperatura, en base a los datos de la estación del observatorio de AEMET (periodo de datos 1983-2010), la temperatura media anual se sitúa en los 11,1ºC, con una temperatura media de las mínimas en el mes más frío de -0,7 ºC y una temperatura media de las máximas del mes más cálido de 27,40 ºC. Así, se observa una variación térmica considerable a lo largo del año, situada en 28,10 ºC. El periodo de heladas es de 8 meses, mientras que la duración del periodo de sequía es de 3 meses.

León cuenta con un verano suave y un invierno frío, pasando de la media de entre 20 °C en julio a la media de unos 3 °C en enero. Las mínimas medias se sitúan entre -1

y 0 °C en enero, produciéndose así heladas en la mayoría de los días de invierno. Las nevadas tienen una media de aparición de 13 días de nieve al año, si bien no son frecuentes las grandes nevadas. En verano las temperaturas suben de forma considerable por el día, llegando a la media de entre 26 y 27 °C de máxima en julio; sin embargo, debido a la altitud, las noches son más frías, con una media de las mínimas de entre 12 y 13 °C en este mes.
Son destacables en el municipio las heladas, que se producen el 19,6% de los días del año, concentrándose fundamentalmente entre los meses de noviembre y abril, si bien en octubre y mayo también se pueden producir heladas, aunque apenas ocupan 0,7 días al mes.

La pluviometría anual de León mantiene registros próximos a 555 mm, relativamente bajos si se compara con los registrados en las cercanas zonas montañosas del norte de la provincia. El mínimo de precipitaciones se da en verano (como es propio de los climas mediterráneos), en particular en los meses de julio y agosto, aunque también se da otro mínimo —menos marcado— en los meses de febrero y marzo. Los meses más lluviosos son, enero, mayo, noviembre y diciembre. La humedad media anual se sitúa en torno al 67 %, con una gran oscilación entre los meses fríos, mucho más húmedos, y los cálidos, que resultan muy seco.

Las precipitaciones en forma de nieve se presentan principalmente, de noviembre a abril, presentándose, ocasionalmente en mayo y octubre o incluso junio y julio, con un período de 17 días/año.

*Tabla 1. Resumen pluviométrico de Villadangos del Páramo*

| | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pmedia (mm) | 58,40 | 45,80 | 29,20 | 49,60 | 57,90 | 39,20 | 27,70 | 24,00 | 39,20 | 56,50 | 58,30 | 70,00 | 555,70 |
| Pmáx diaria | 33,90 | 35,80 | 26,60 | 53,60 | 31,60 | 41,20 | 56,50 | 74,60 | 98,50 | 43,60 | 40,50 | 50,20 | 98,50 |
| Días lluvia | 11,00 | 9,00 | 8,00 | 11,00 | 12,00 | 8,00 | 5,00 | 4,00 | 7,00 | 10,00 | 10,00 | 12,00 | 107,00 |
| Días nieve | 5,00 | 3,00 | 2,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 14,00 |
| Días granizo | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,00 |
| Días tormenta | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 4,00 | 3,00 | 3,00 | 2,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 16,00 |
| Días niebla | 8,00 | 3,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,00 | 4,00 | 8,00 | 28,00 |

*Fuente: Sistema de Información Geográfica de Datos Agrarios; Ministerio de Transición Ecológica –MITECO-*

Las precipitaciones en forma de granizo se producen de manera más ocasional que las nevadas registrándose principalmente en primavera, obteniéndose un valor medio de 5,68 días/año. Sin embargo, los aguaceros de tipo tormentoso son más frecuentes, registrándose con mayor intensidad entre los meses de abril a septiembre, presentándose un valor de 15,58 días/año.

Los días de niebla se caracterizan por producirse principalmente entre los meses de octubre a marzo, siendo los más abundantes en diciembre y enero, con 8,41 y 8,22 días, respectivamente, con un promedio anual de 27,8 días/año.

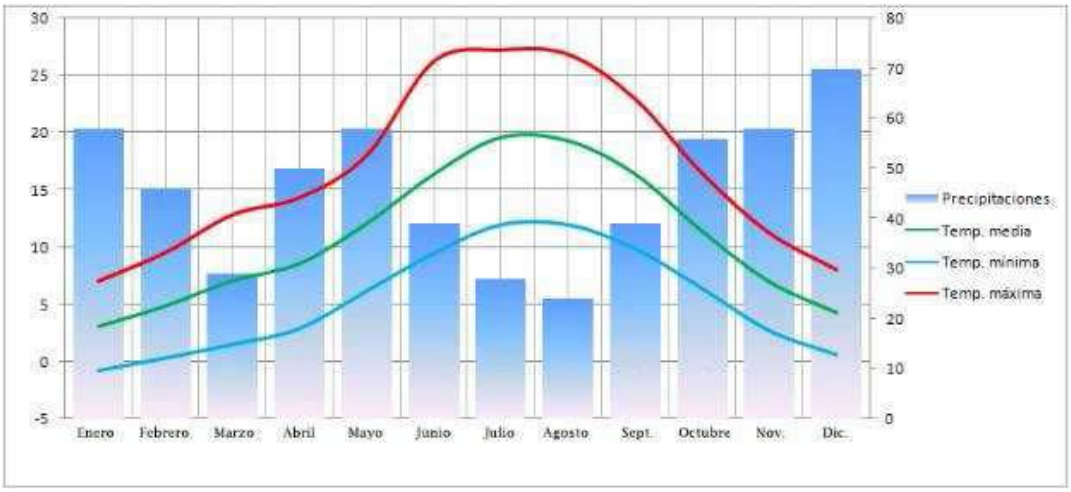
El número medio anual de días de rocío es relativamente elevado, 87,26, produciéndose los valores máximos en primavera y otoño (mayo y septiembre). También es elevado el número de días de escarcha, 65,87, con un valor máximo enero de 14,6 días.
Estos fenómenos indican la existencia de condensaciones de agua abundantes en el terreno, siendo más abundantes en las épocas de heladas.

- Diagrama ombrotérmico

En él se reflejan los datos de temperatura y precipitación medios mensuales. Se toma una escala de precipitaciones en mm, doble que la de temperaturas en grados centígrados (2 mm de precipitación equivaldrían a 1 ºC de temperatura según la hipótesis de Gaussen).

De acuerdo con estas hipótesis, se considera como mes seco aquel en que las precipitaciones, expresadas en mm, tengan un valor menor que el doble de la temperatura media mensual (en ºC). Tanto los valores de las precipitaciones medias mensuales como los de temperaturas se han tomado de los datos elaborados procedentes de la EAMET.

*Gráfico 1. Régimen termopluviométrico mensual (mm). Estación meteorológica de León "Virgen del Camino".*




*Fuente: Sistema de Información Geográfica de Datos Agrarios; Ministerio de Transición Ecológica –MITECO-*

El régimen eólico, según datos obtenidos del Atlas Eólico del Ministerio de Industria, Energía y Turismo (IDAE), viene determinado por los vientos dominantes de dirección W y N tanto en frecuencia como en velocidad del viento.

La parte más ventosa del año dura 5,3 meses, del 2 de diciembre al 12 de mayo, con velocidades promedio del viento de más de 12,9 kilómetros por hora mientras que el periodo de más calma dura 6,7 meses, del 12 de mayo al 2 de diciembre.

La orientación más frecuente del viento es el norte durante 8,3 meses, del 19 de enero al 27 de septiembre y durante 4 semanas, del 15 de noviembre al 13 de diciembre, con un porcentaje máximo del 40 % en 23 de julio.

El viento sur sopla durante 1,2 meses, del 27 de septiembre al 2 de noviembre, con un porcentaje máximo del 32 % en 23 de octubre.

Por último, el viento viene del oeste durante 1,9 semanas, del 2 de noviembre al 15 de noviembre y durante 1,2 meses, del 13 de diciembre al 19 de enero.

## 2.2 Medio atmosférico

Para obtener una aproximación de la calidad del aire en el ámbito de estudio, se ha consultado el Informe de la Calidad del aire en Castilla y León en el año 2019, elaborado por la Red de Calidad del Aire de Castilla y León para dar cumplimiento al Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, y que es elaborado anualmente por la Consejería de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León a partir de los datos recogidos en la citada Red de Medida de la Contaminación Atmosférica.

Según la zonificación (en zonas homogéneas en cuanto a calidad del aire) de Castilla y León realizada en el mencionado informe, el ámbito de estudio se encuentra incluida dentro de la zona “S2, AGLOMERACIÓN DE LEÓN”.

En la capital encontramos dos estaciones de medición con los siguientes datos:

*Tabla 2. Datos de las estaciones asociadas*

| ESTACIONES | LOCALIZACIÓN | LONGITUD | LATITUD | CLASE DE ÁREA | TIPO DE ESTACIÓN |
|---|---|---|---|---|---|
| LEÓN 1 | Barrio Pinilla | 05º35'21'' W | 43º36'12'' N | U | T |
| LEÓN 4 | Coto Escolar | 05º33'59'' W | 42º34'31' N | S | F |

*Fuente: Informe de la Calidad del Aire en Castilla y León en el año 2019. JCYL*

Estas estaciones disponen de datos para los contaminantes **SO2, NOx, PM10, CO y BTX**.
Según los datos de esta estación recogidos en el informe, no se superan los valores límite para la protección de la salud humana recogidos en el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.

*Tablas 3, 4 y 5. Datos de inmisiones de las estaciones de León.*

**DIÓXIDO DE AZUFRE ($SO_2$)**

| | Nº de veces que se supera el **umbral de alerta a la población** para la protección de la salud humana. **500 µg/m³** durante tres horas consecutivas. | Nº de veces que se supera el **valor límite horario** para la protección de la salud humana. **350 µg/m³**. No pudiendo superarse en más de 24 ocasiones por año civil. | Nº de veces que se supera el **valor límite diario** para la protección de la salud humana. **125 µg/m³**. No pudiendo superarse en más de 3 ocasiones por año civil. | Resultado de la evaluación del valor límite diario | Porcentaje de datos válidos horarios, (%). |
|---|---|---|---|---|---|
| LEÓN 1 | 0 | 0 | 0 | ≤UEI | 97,80 |
| LEÓN 4 | 0 | 0 | 0 | ≤UEI | 98,22 |

**DIÓXIDO DE NITRÓGENO ($NO_2$)**

| | Nº de veces que se supera el **umbral de alerta a la población** para protección de la salud humana. **400 µg/m³**, durante tres horas consecutivas. | Nº de veces que se supera el **valor límite horario** para la protección de la salud humana. **200 µg/m³**. No pudiendo superarse en más de 18 ocasiones por año civil. | Resultado de la evaluación del valor límite horario | **Valor límite anual** para la protección de la salud humana. **40 µg/m³**. | Resultado de la evaluación del valor límite anual | Porcentaje de datos válidos horarios, (%). |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **LEÓN 1** | 0 | 0 | ≤UES;>UEI | 24 | ≤UEI | 99,38 |
| **LEÓN 4** | 0 | 0 | ≤UEI | 14 | ≤UEI | 98,22 |

**MATERIAL PARTICULADO ($PM_{10}$)**

| | Nº de veces que se supera el **valor límite diario** para la protección de la salud humana. **50 µg/m³ de $PM_{10}$**. No pudiendo superarse en más de 35 ocasiones por año civil. **Con descuento de aporte natural.** | Resultado de la evaluación del valor límite diario | Valor límite anual para la protección de la salud humana. **40 µg/m³ de $PM_{10}$. Con descuento de aporte natural**. | Resultado de la evaluación del valor límite anual | Porcentaje de datos válidos diarios, (%). |
|---|---|---|---|---|---|
| **LEÓN 1** | 2 | ≤UES;>UEI | 19 | ≤UEI | 99,45 |
| **LEÓN 1 (aplicado factor)** | 0 | ≤UEI | 14 | ≤UEI | 99,45 |
| **LEÓN 4** | 0 | ≤UEI | 10 | ≤UEI | 98,63 |

*Fuente: Informe Relativo a la Calidad del Aire en Castilla y León 2019. JCYL.*

De acuerdo a los datos anteriores, se considera que la calidad del aire en la actualidad en la zona de más cercana con valores sobre calidad del aire es buena, pero hay que tener en consideración que el ámbito del Plan Regional se localiza en una zona colindante al actual polígono industrial, aunque las empresas instaladas en ellas no se observan emisiones contaminantes significativas a la atmósfera, y la presencia de infraestructuras lineales de transporte, como son la N-120 y autovía AP-71, con el consiguiente incremento de los contaminantes derivados del transporte por carretera, que además se ve incrementado por vehículos medianos y pesados, aunque los tramos de estas infraestructuras no presentan grandes problemas de congestión y atascos, que son el mayor problema de contaminación de este tipo de infraestructuras lineales.

## 2.3 Medio socioeconómico

La fábrica se va a ubicar en un polígono industrial, donde también se ubican otras industrias de diferentes sectores, por lo que las molestias que implica el desarrollo de la actividad serán de una menor importancia.
Además, también hay que tener en cuenta que al llevar a cabo la ejecución de este proyecto va a suponer numerosos puestos de trabajo en los alrededores, repercutiendo esto de una manera positiva a la repoblación rural.

# 3 Acciones de impacto

Debido a la ejecución del proyecto, se va a efectuar una serie de acciones sobre el medio ambiente, las cuales las podemos clasificar en:

## 3.1 Impacto sobre el paisaje

Los Páramos entre el Bernesga y los regadíos del Órbigo, unidad paisajística donde se localiza el proyecto, se trata de una zona ocupada principalmente por cultivos y eriales, así como por zonas antropizadas en la que se localiza el polígono industrial de Villadangos del Páramo, donde se ubica el área de actuación, de modo que el paisaje ha perdido las características iniciales y la singularidad que pudiera tener, debido a la explotación a la que es sometido, por lo que se considera que presenta una calidad paisajística baja. Por otro lado, esta unidad presenta áreas de fácil visualización (cultivos en páramos, por lo que su fragilidad visual se ha catalogado como media.

## 3.2 Impacto sobre la atmósfera

En lo que se refiere a la atmósfera, supondrá un aumento del tráfico de vehículos, así como posibles focos de contaminación atmosférica y lumínica derivados de la implantación de la nueva actividad. Tomando como referencia las actuales expectativas y empresas del actual polígono, puede producirse un incremente de vehículos de transporte (camiones y furgonetas), que puede considerarse de forma significativa el incremento de emisiones a la atmósfera en el ámbito de ampliación.

## 3.3 Impacto sobre el suelo y el agua

Asimismo, sobre las posibles afecciones en la calidad de las aguas (subterráneas y superficiales), se deberán cumplir con la normativa de aplicación, y en concreto con lo establecido en la ordenanza correspondiente a vertidos, por lo que deberán contar con las medidas necesarias para evitar la contaminación de las aguas. Es preciso señalar que en el ámbito de actuación no se encuentra ningún curso de agua que pueda verse afectado directamente por la ordenación propuesta.

## 3.4 Impacto sobre la fauna y la flora

La ejecución de la fábrica no supondrá un impacto para la fauna y la flora, ya que en ese mismo polígono se encuentran ya otras industrias. La parcela utilizada para la construcción de la industria se encuentra en zona urbanizable y no es ningún tipo de espacio protegido.

# 4 Medidas preventivas, correctoras o compensatorias.

En este apartado, se detallan las acciones planificadas para minimizar los posibles impactos ambientales que podrían surgir durante la ejecución del proyecto. En particular, se presta especial atención a las siguientes áreas:

- **Suelos:** Para proteger los suelos, se implementarán medidas de control de la erosión durante la fase de construcción. Esto incluye la instalación de barreras de sedimentos y la revegetación temporal de las áreas expuestas. Además, se almacenará la capa superior del suelo (topsoil) para su posterior reutilización en las labores de restauración. Asimismo, se establecerán protocolos para la gestión y contención de derrames, con el objetivo de evitar la contaminación del suelo.

- **Aguas:** Con el fin de prevenir la contaminación del agua durante la construcción, se instalarán cuencas de sedimentación y se controlará la escorrentía. Igualmente, se implementarán prácticas de gestión adecuadas para el tratamiento de las aguas residuales.

- **Calidad del Aire:** Para minimizar las emisiones de polvo durante la fase de construcción, se llevarán a cabo tareas de riego y cobertura del suelo expuesto. Adicionalmente, se utilizarán equipos en buen estado de mantenimiento para reducir las emisiones generadas por la maquinaria.

- **Paisaje:** Con el propósito de reducir los impactos visuales, se realizará una planificación y diseño cuidadosos del sitio. Posteriormente, se restaurarán las áreas alteradas utilizando vegetación autóctona.

- **Vegetación:** Siempre que sea posible, se protegerá la vegetación existente en el área del proyecto. Además, se implementará un plan para la replantación de especies nativas en las zonas que hayan sido alteradas. Por último, se llevarán a cabo acciones de control de especies invasoras.

- **Fauna:** Se evitarán las actividades de construcción durante las estaciones de cría más sensibles para la fauna local. Igualmente, se protegerán y restaurarán los hábitats de la vida silvestre. Por último, se implementarán medidas específicas para evitar daños a la fauna durante las fases de construcción y operación del proyecto.

# 5 Conclusión

Tras analizar los diversos aspectos del Estudio de Impacto Ambiental para la industria de elaboración de bombones en Villadangos del Páramo, se puede concluir que, si bien el proyecto conlleva ciertas acciones que impactarán el entorno. estas se consideran generalmente de bajo impacto debido a la ubicación en un polígono industrial ya alterado. Es fundamental, por tanto, la correcta implementación de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias propuestas. El seguimiento continuo de la calidad del aire, la gestión adecuada de residuos y la minimización de ruidos y vertidos serán cruciales para asegurar la sostenibilidad ambiental del proyecto y maximizar sus beneficios socioeconómicos para la región.

# ANEJO 8. PROGRAMACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

Miguel Tazo Castrillo
Universidad de Valladolid (Campus de Palencia) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Grado en Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

# ÍNDICE

**1. Introducción ..... 3**

**2. Identificación de las actividades ..... 3**

**3. Previsión de tiempos ..... 5**

**4. Diagrama PERT ..... 5**

**5. Diagrama de Gantt ..... 8**

# 1. Introducción

El presente anejo tiene como objetivo la elaboración de un programa de ejecución de obra, que permita estimar con precisión el plazo necesario para la construcción e instalación de la fábrica, así como su posterior puesta en funcionamiento.

Con el fin de organizar de forma eficiente las diferentes fases del proyecto, este se estructurará en diversas actividades a las que se les asignará un tiempo estimado de ejecución, teniendo en cuenta los recursos humanos y los medios mecánicos previstos.

Este planteamiento busca realizar una estimación realista del tiempo total de obra, con el propósito de cumplir los plazos establecidos y garantizar la finalización dentro del calendario previsto.

La jornada laboral será de 8 h, desde las 9:00 y hasta las 17:00 h, lo que permitirá mantener un régimen de trabajo semanal de 40 h efectivas. Este horario se podrá modificar en meses más calurosos, adelantando la hora de comienzo. Esta distribución horaria tiene como objetivo optimizar los recursos humanos y técnicos disponibles para cumplir con los plazos de ejecución establecidos.

Las acciones que se llevarán a cabo en este proceso serán las siguientes:

- Identificación de las distintas tareas que componen la ejecución de la fábrica.
- Determinación del tiempo y los recursos necesarios para la ejecución de cada una de ellas.
- Planificación de la secuencia lógica de las actividades.

Para apoyar esta planificación, se elaborarán herramientas gráficas como el Diagrama PERT y el Diagrama de Gantt, que facilitarán la visualización y gestión del cronograma de la obra.

# 2. Identificación de las actividades

Se ha dividido el proyecto en un total de 16 actividades, las cuales representan las principales fases de ejecución necesarias para llevar a cabo las obras de la industria.

a) Consecución de licencias y permisos
   (Trámites urbanísticos, medioambientales, industriales y sanitarios)

b) Replanteo de las obras
   (Marcado de niveles, ejes y referencias en el terreno)

c) Acondicionamiento del terreno
   (Desbroce, excavación, compactación, nivelación y drenajes)

d) Cimentaciones, saneamiento y toma de tierra
   (Zapata/losas, redes enterradas y puesta a tierra para la maquinaria)

e) Estructuras
(Estructura metálica o de hormigón de la nave y edificio de oficinas si aplica)

f) Cubiertas
(Cubrición de la nave: panel sándwich, chapa, aislamiento)

g) Fachadas y particiones
(Fachadas exteriores, divisiones internas de salas de proceso, oficinas, etc.)

h) Instalaciones
(Electricidad, fontanería, climatización, ventilación, PCI, aire comprimido, etc.)

i) Aislamientos e impermeabilizaciones
(Térmico, acústico y humedad, especialmente en salas de producción y cámaras frías)

j) Revestimientos
(Pavimentos, azulejos, pinturas, acabados sanitarios – zonas alimentarias)

k) Carpintería, cerrajería y vidrios
(Puertas industriales, ventanas, perfiles de acero inoxidable en zonas alimentarias)

l) Mobiliario
(Mobiliario de oficinas, vestuarios, laboratorios, etc.)

m) Maquinaria y equipamiento
(Líneas de producción de bombones, moldes, fundidoras, refrigeradores, etc.)

n) Urbanización interior de la parcela
(Pavimentación, accesos, cerramientos, jardinería si aplica)

o) Verificación de la obra
(Pruebas de instalaciones, ajustes, control de calidad final).

p) Recepción definitiva de la obra
(Entrega de documentación, legalizaciones y acta de recepción).

## 3. Previsión de tiempos

*Tabla 1: Duración de cada actividad*

| Nº | ACTIVIDAD | DURACIÓN ESTIMADA |
|---|---|---|
| 1 | Licencias y permisos | 22 días |
| 2 | Replanteo de las obras | 7 días |
| 3 | Acondicionamiento del terreno | 3 días |
| 4 | Cimentaciones, saneamiento y toma de tierra | 20 días |
| 5 | Estructuras | 15 días |
| 6 | Cubierta | 2 días |
| 7 | Fachadas y particiones | 30 días |
| 8 | Instalaciones | 53 días |
| 9 | Aislamientos e impermeabilizaciones | 30 días |
| 10 | Revestimientos | 15 días |
| 11 | Carpintería, cerrajería y vidrios | 5 días |
| 12 | Mobiliario | 3 días |
| 13 | Maquinaria y equipamiento | 16 días |
| 14 | Urbanización interior de la parcela | 10 días |
| 15 | Verificación de la obra | 1 día |
| 16 | Recepción definitiva de la obra | 1 día |

*Fuente: Elaboración propia.*

## 4. Diagrama PERT

El diagrama PERT sirve para organizar el proyecto dividiéndolo en diferentes tareas, indicando cuándo empiezan y terminan. Cada tarea se conecta con las demás a través de una serie de pasos, lo que permite ver la relación entre ellas y en qué orden deben realizarse.

En este tipo de planificación también se usa el concepto de suceso, que es simplemente un punto que marca el comienzo o el final de una o varias tareas.

Este tipo de gráfico permite visualizar fácilmente todas las tareas del proyecto, cuánto tiempo llevará cada una y cómo se relacionan entre sí. Así, se puede tener una mejor idea de cómo avanzar en el trabajo.

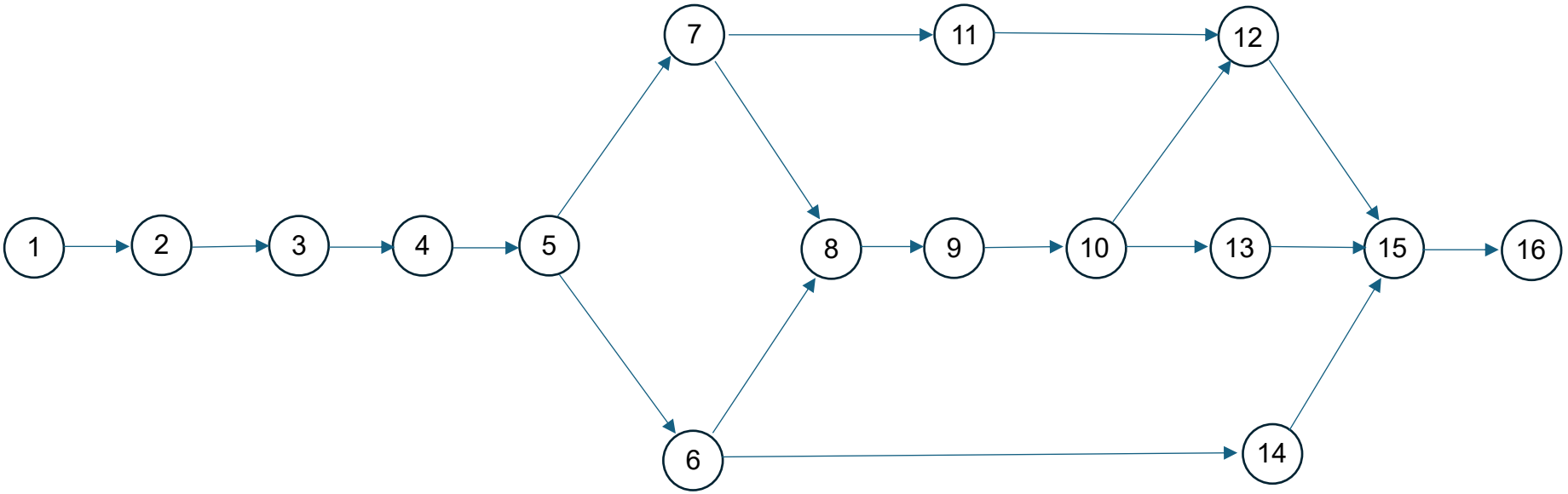
Además, se debe identificar el llamado camino crítico, que es la cadena de tareas que más tiempo lleva completar. Este camino determina cuánto durará como mínimo todo el proyecto. Si alguna de las tareas en este camino se retrasa, afectará directamente a la fecha final de la obra.

*Tabla 2: Dependencia entre actividades*

| Nº | ACTIVIDAD | DEPENDENCIA |
|---|---|---|
| 1 | Licencias y permisos | - |
| 2 | Replanteo de las obras | 1 |
| 3 | Acondicionamiento del terreno | 2 |
| 4 | Cimentaciones, saneamiento y toma de tierra | 3 |
| 5 | Estructuras | 4 |
| 6 | Cubiertas | 5 |
| 7 | Fachadas y particiones | 5 |
| 8 | Instalaciones | 6, 7 |
| 9 | Aislamientos e impermeabilizaciones | 8 |
| 10 | Revestimientos | 9 |
| 11 | Carpintería, cerrajería y vidrios | 7 |
| 12 | Mobiliario | 10, 11 |
| 13 | Maquinaria y equipamiento | 10 |
| 14 | Urbanización interior de la parcela | 6 |
| 15 | Verificación de la obra | 12, 13, 14 |
| 16 | Recepción definitiva de la obra | 15 |

*Fuente: elaboración propia*

**Figura 1: Diagrama PERT**



## 5. Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es una herramienta visual que permite ver de forma sencilla cuánto tiempo se dedicará a cada tarea del proyecto y en qué momento se llevará a cabo.

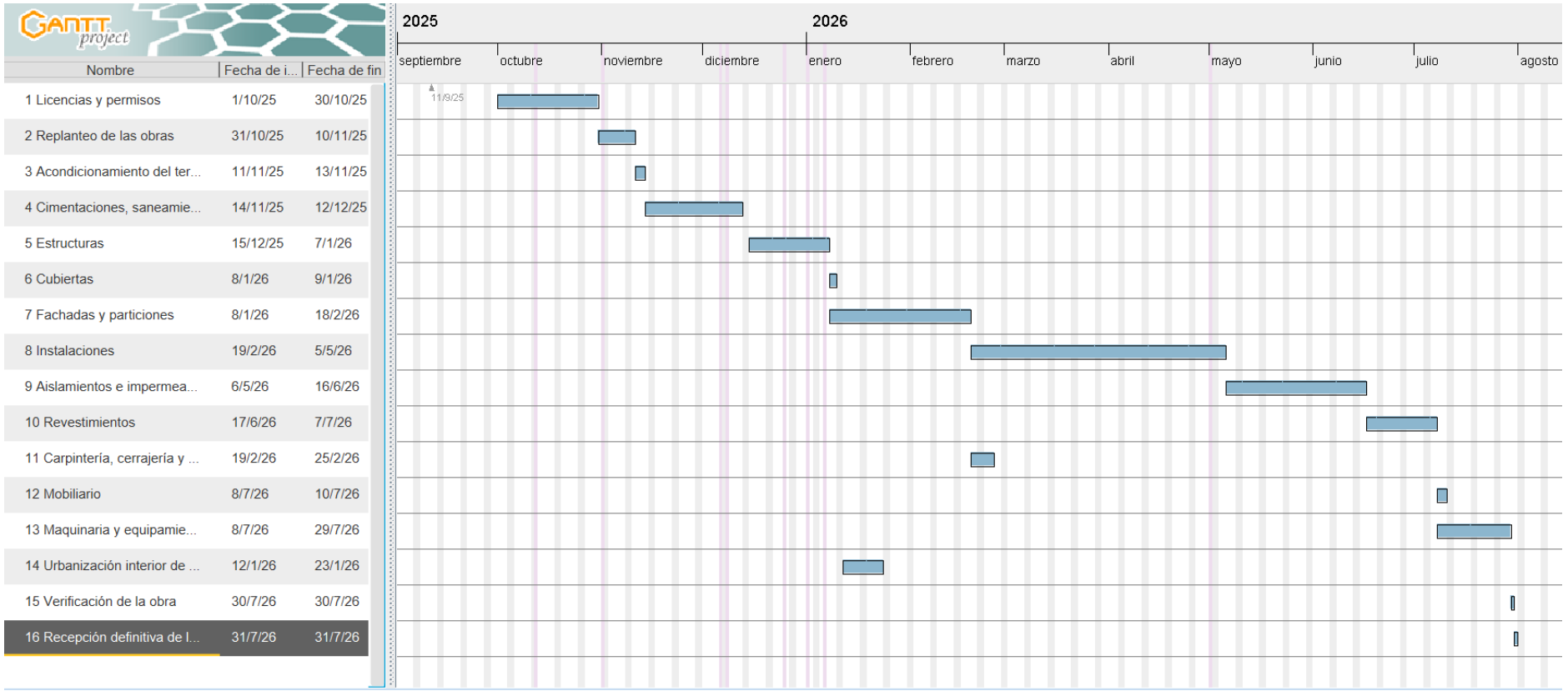
Este tipo de diagrama muestra las actividades en una lista vertical y, sobre un calendario horizontal, se representa cada tarea como una barra que indica su duración. Así, se puede ver de manera sencilla cuándo empieza y termina cada fase del proyecto.

A diferencia del diagrama PERT, el Gantt no muestra las relaciones o dependencias entre tareas, pero es muy útil para planificar y seguir el avance de la obra día a día.

Es importante tener en cuenta que la programación puede ajustarse dependiendo de cómo decida organizarse el equipo constructor. A continuación, se incluye el diagrama de Gantt realizado con el programa “Gantt Project”.

A partir del análisis realizado y mediante la elaboración de los correspondientes gráficos y diagramas de planificación, se establece un periodo estimado de ejecución de las obras de 212 días laborales. Se ha fijado como fecha de inicio de las obras el 1 de octubre de 2025, previendo su finalización el 31 de julio de 2026.

## Figura 2: Diagrama de Gantt




| Nombre | Fecha de i... | Fecha de fin |
|---|---|---|
| 1 Licencias y permisos | 1/10/25 | 30/10/25 |
| 2 Replanteo de las obras | 31/10/25 | 10/11/25 |
| 3 Acondicionamiento del ter... | 11/11/25 | 13/11/25 |
| 4 Cimentaciones, saneamie... | 14/11/25 | 12/12/25 |
| 5 Estructuras | 15/12/25 | 7/1/26 |
| 6 Cubiertas | 8/1/26 | 9/1/26 |
| 7 Fachadas y particiones | 8/1/26 | 18/2/26 |
| 8 Instalaciones | 19/2/26 | 5/5/26 |
| 9 Aislamientos e impermea... | 6/5/26 | 16/6/26 |
| 10 Revestimientos | 17/6/26 | 7/7/26 |
| 11 Carpintería, cerrajería y ... | 19/2/26 | 25/2/26 |
| 12 Mobiliario | 8/7/26 | 10/7/26 |
| 13 Maquinaria y equipamie... | 8/7/26 | 29/7/26 |
| 14 Urbanización interior de ... | 12/1/26 | 23/1/26 |
| 15 Verificación de la obra | 30/7/26 | 30/7/26 |
| 16 Recepción definitiva de l... | 31/7/26 | 31/7/26 |

# ANEJO 9. ESTUDIO DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Miguel Tazo Castrillo
Universidad de Valladolid (Campus de Palencia) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Grado en Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

# ÍNDICE

**1. Objeto ..... 3**

**2. Caracterización de los establecimientos industriales ..... 3**

**2.1. Caracterización por su configuración y ubicación con relación a su entorno ..... 3**

**2.2. Nivel de riesgo intrínseco ..... 4**

**2.3. Sectorización ..... 5**

**2.4. Comportamiento de los materiales de construcción contra incendios 6**

**2.5. Resistencia estructural al incendio ..... 6**

**2.6. Evacuación del establecimiento industrial ..... 7**

**2.7. Características de las puertas ..... 8**

**2.8. Señalización e iluminación ..... 9**

**2.9. Ventilación y eliminación de humos y gases de combustión ..... 9**

**3. Requisitos de instalaciones de protección contra incendios ..... 9**

**3.1. Sistemas automáticos de detección ..... 9**

**3.2. Sistemas manuales de alarma ..... 10**

**3.3. Sistemas hidratantes exteriores ..... 10**

**3.4. Sistemas de rociadores automáticos ..... 10**

**3.5. Extintores de incendio ..... 10**

**3.6. Sistemas de bocas de incendio equipadas ..... 10**

**3.7. Alumbrado de emergencia ..... 11**

**4. Protección contra incendios exteriores ..... 11**

# 1. Objeto

De acuerdo con el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre), el presente anejo tiene como objetivo definir las medidas de protección contra incendios necesarias para garantizar un nivel adecuado de seguridad en la industria y asegurar el correcto funcionamiento de sus instalaciones.

Las acciones preventivas frente al riesgo de incendio tienen como finalidad principal reducir la probabilidad de aparición del fuego mediante el control de los factores de riesgo. En caso de producirse un incendio, las medidas de protección deben permitir una respuesta rápida y eficaz, orientada a contener y extinguir el foco, así como a minimizar los daños materiales y personales que puedan derivarse del siniestro.

Este anejo establecerá las estrategias de prevención, detección, protección activa y pasiva, así como los medios de intervención necesarios conforme a la normativa vigente y a las características específicas de la actividad industrial desarrollada

# 2. Caracterización de los establecimientos industriales

## 2.1. Caracterización por su configuración y ubicación con relación a su entorno.

La industria de bombones de chocolate se ubica en una planta rectangular con una superficie construida de 1035 m², situada en el polígono industrial de Villadangos del Páramo, concretamente en la parcela 7.10.

Según lo establecido en el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (RSCIEI 2025), la instalación se clasifica como establecimiento industrial de TIPO C dado que ocupa la totalidad de un edificio independiente, separado a una distancia superior a 3 metros del edificio más próximo perteneciente a otro establecimiento industrial. Esta separación debe mantenerse completamente libre de mercancías combustibles, obstáculos o elementos constructivos que puedan favorecer la propagación del fuego, conforme a lo indicado en la normativa de aplicación.

Esta clasificación influirá en el diseño de las medidas de protección contra incendios, tanto pasivas como activas, así como en la configuración de los accesos para los servicios de emergencia.

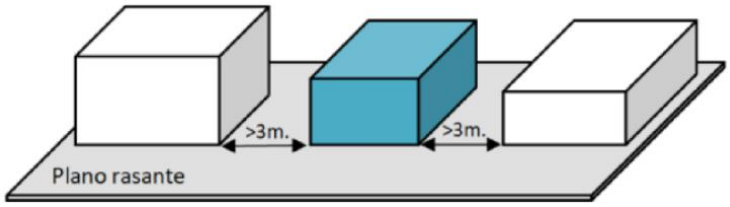



Figura 1. Edificio tipo C.

## 2.2. Nivel de riesgo intrínseco

El nivel de riesgo intrínseco (NRI) de un sector o área de incendio representa el grado de peligrosidad frente a un posible incendio, en función de la cantidad de materiales combustibles presentes, su facilidad de ignición, disposición espacial y la naturaleza de los procesos o actividades que allí se desarrollan.

Este nivel de riesgo se clasifica en tres categorías: bajo, medio o alto, y se subclasifica a su vez en ocho niveles (del 1 al 8), de acuerdo con el valor obtenido de la densidad de carga de fuego ponderada y corregida (Qs). La asignación de dicha subclasificación se realiza conforme a los rangos establecidos en la Tabla 1.3.1 del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales.

Tabla 1. Nivel de riesgo intrínseca en función de la densidad de carga de fuego ponderada y corregida.

| Nivel de riesgo intrínseco | | $Q_s$ (MJ/m²) |
|---|---|---|
| BAJO. | 1 | $Q_S \leq 425$ |
| | 2 | $425 < Q_S \leq 850$ |
| MEDIO. | 3 | $850 < Q_S \leq 1.275$ |
| | 4 | $1.275 < Q_S \leq 1.700$ |
| | 5 | $1.700 < Q_S \leq 3.400$ |
| ALTO. | 6 | $3.400 < Q_S \leq 6.800$ |
| | 7 | $6.800 < Q_S \leq 13.600$ |
| | 8 | $Q_S > 13.600$ |

*Fuente: Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales*

La densidad de carga de fuego ponderada y corregida ($Q_s$) se ha calculado conforme a lo indicado en el apartado 3.3 del Anexo 1 del Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (RSCIEI 2025).

Este apartado establece el procedimiento para evaluar el nivel de riesgo intrínseco de un edificio o conjunto de sectores y/o áreas de incendio, mediante la determinación del valor, $Q_e$, el cual representa la densidad de carga de fuego corregida de dicho establecimiento industrial.

$$Q_s = \frac{\Sigma Q_{si} S_i C_i}{A} \times Ra \ (MJ/m^2)$$

Siendo:

- $Q_s$: densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio en MJ/m$^2$.
- $C_i$: coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.
- $Ra$: coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.
- $A$: Superficie total del edificio, en m$^2$.

- $Q_{si}$: densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio (i), en MJ/m$^2$.
- $S_i$: superficie ocupada en planta por cada zona de diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio, en m$^2$.

Densidad de carga del fuego:

Tabla 2: Datos para la densidad de carga de fuego.

| ZONA | $Q_{si}$ (MJ/m$^2$) | $S_i$ (m$^2$) | $C_i$ | $A$ (m$^2$) | $Ra$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Materias primas | 800 | 106 | 1,2 | 1000 | 0,9 |
| Producción | 400 | 300 | 1,0 | | |
| Producto final | 600 | 106 | 1,1 | | |

*Fuente: elaboración propia.*

$$Q_s = \frac{(800 \times 106 \times 1{,}2) + (400 \times 300 \times 1{,}0) + (600 \times 106 \times 1{,}1)}{1000} \times 0{,}9$$

$$Q_s = 262{,}55 MJ/m^2$$

El cálculo de la densidad de carga de fuego corregida para la nave industrial dedicada a la producción de bombones arrojó un valor aproximado de 263 MJ/m². Este resultado se obtuvo considerando las superficies destinadas al almacenamiento de materias primas, el área de producción y el almacenamiento del producto terminado, así como los coeficientes de peligrosidad asociados a los materiales presentes y al tipo de actividad industrial desarrollada. De acuerdo con la tabla 1.3 del Reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimientos Industriales, este valor clasifica al sector de incendios en el nivel de riesgo intrínseco BAJO 1, lo cual indica una baja peligrosidad en cuanto a la posibilidad y consecuencias de un incendio.

## 2.3. Sectorización

La nave industrial del presente proyecto constituye un único sector de incendios independiente, con una superficie total de 1.000 m², delimitado por elementos constructivos que actúan como compartimentación resistente al fuego según los requisitos reglamentarios. Dicha superficie no supera los valores máximos permitidos para configuraciones TIPO C, conforme al Reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimientos Industriales. El análisis realizado ha determinado una densidad de carga de fuego corregida de 263 MJ/m², lo que clasifica al sector con un nivel de riesgo intrínseco BAJO 1, de acuerdo con la tabla 1.3 del citado reglamento. En consecuencia, y al tratarse de un edificio TIPO C con riesgo bajo, no se exige estabilidad al fuego para la estructura principal de cubiertas ligeras, siempre que se garantice la evacuación de los ocupantes y se señalice adecuadamente el acceso principal al edificio, tal como establece la normativa vigente.

## 2.4. Comportamiento de los materiales de construcción contra incendios

De acuerdo con lo establecido en la norma UNE-EN 13501-1 y en cumplimiento del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales, los productos de construcción empleados en el proyecto deberán cumplir con los requisitos mínimos de reacción al fuego en función de su uso y ubicación dentro del edificio industrial:

- Revestimientos de suelos: deberán presentar una clasificación mínima CFL-s1 o superior.

- Revestimientos de paredes y techos interiores: deberán alcanzar al menos la clase C-s3, d0, equivalente a la antigua clasificación M2.

- Revestimientos exteriores de fachada: deberán ser, como mínimo, de clase C-s3, d0 (M2) o más favorables.

- Materiales situados en falsos techos, suelos técnicos o con funciones de aislamiento térmico/acústico, como los empleados en sistemas de climatización o ventilación: deberán cumplir con la clase C-s3, d0 (M1) o superior.

- Cables eléctricos: deberán ser no propagadores de la llama y tener emisión de humos y opacidad reducida, de acuerdo con las exigencias reglamentarias.

La justificación del cumplimiento de las clases de reacción al fuego exigidas se realizará mediante la presentación de ensayos de tipo o certificados de conformidad a normas UNE, emitidos por un organismo de control autorizado, conforme a los requisitos del Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre.

Se considera que los materiales pétreos, cerámicos, metálicos, vidrios, morteros, hormigones y yesos son inherentemente incombustibles y, por tanto, clasificados como A1 (M0).

## 2.5. Resistencia estructural al incendio

El comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo portante se evalúa en función del tiempo, expresado en minutos, durante el cual dicho elemento mantiene su capacidad portante o estabilidad mecánica cuando se somete a las condiciones de un ensayo de fuego normalizado. Esta evaluación se realiza conforme a los procedimientos establecidos en las normas europeas de ensayo, especialmente la UNE-EN 1363-1 y normas específicas según el tipo de elemento (muros, forjados, estructuras, etc.).

Este tiempo se expresa mediante la letra R (de “resistencia”) seguida del número de minutos durante los cuales se garantiza la estabilidad estructural frente al fuego.

Tabla 3: Resistencia al fuego mínima de los elementos estructurales principales con función portante.

| Nivel de riesgo intrínseco | Tipo $A_V$ | | Tipo $A_H$ | | Tipo B | | Tipo C | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Planta bajo rasante (sótano) | Planta sobre rasante | Planta bajo rasante (sótano) | Planta sobre rasante | Planta bajo rasante (sótano) | Planta sobre rasante | Planta bajo rasante (sótano) | Planta sobre rasante |
| Riesgo bajo. | R 120 | R 90 | R 120 | R 90 | R 90 | R 60 | R 60 | R 30 |
| Riesgo medio. | NO ADMITIDO | R 120 | R 180 | R 120 | R 120 | R 90 | R 90 | R 60 |
| Riesgo alto. | NO ADMITIDO | NO ADMITIDO | NO ADMITIDO | R 180 | R 180 | R 120 | R 120 | R 90 |

*Fuente: Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales*

En este proyecto, la nave industrial se clasifica como un edificio TIPO C con un nivel de riesgo intrínseco BAJO 1, por lo que, conforme a la tabla 2.2 del RSCIEI, la resistencia al fuego exigida para los elementos estructurales principales es de R-30. Esto implica que dichos elementos deben mantener su capacidad portante durante al menos 30 minutos bajo condiciones de incendio estándar, conforme al ensayo normalizado establecido en la norma UNE-EN 1363-1.

Para alcanzar esta clasificación de resistencia al fuego, se prevé la aplicación de pintura intumescente sobre los perfiles metálicos estructurales. Este tratamiento protector está diseñado para reaccionar frente al calor, expandiéndose y generando una capa aislante que retrasa la elevación de temperatura del metal, permitiendo que la estructura mantenga su estabilidad mecánica durante el tiempo requerido.

## 2.6. Evacuación del establecimiento industrial

De acuerdo con el nuevo Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales, aprobado en marzo de 2025, y siguiendo el punto 6.1 del anexo 2, el número de personas sometidas al sector de incendio es un criterio clave para determinar las exigencias de evacuación y salidas

Tabla 4: Fórmulas de ocupación en establecimientos industriales.

$$P = 1{,}10\ p, \text{ cuando } p < 100.$$
$$P = 110 + 1{,}05\ (p - 100), \text{ cuando } 100 < p < 200.$$
$$P = 215 + 1{,}03\ (p - 200), \text{ cuando } 200 < p < 500.$$
$$P = 524 + 1{,}01\ (p - 500), \text{ cuando } 500 < p.$$

*Fuente: Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales*

- Requisitos aplicables

Para sectores de incendio con menos de 25 personas:

El reglamento establece que, en sectores industriales donde el número de ocupantes no supera las 25 personas, es suficiente disponer de una sola salida de evacuación, siempre que se cumplan las distancias máximas de recorrido y el resto de las condiciones de seguridad establecidas para el tipo de riesgo del sector.

Distancia máxima de evacuación:

La distancia máxima permitida desde cualquier punto del sector de incendio hasta la salida dependerá del riesgo intrínseco del sector:

Tabla 5: Longitud del recorrido de evacuación según el número de salidas y el nivel de riesgo intrínseco del sector de incendio

| | Una salida | Dos o más salidas alternativas | |
|---|---|---|---|
| **Nivel de riesgo intrínseco** | **Distancia a la salida (1) (3) (4)** | **Distancia del recorrido sin alternativa (2) (4)** | **Distancia a la salida más próxima (1) (4)** |
| Riesgo bajo (5). | 50 m | 50 m | 65 m |
| Riesgo medio. | 35 m | 35 m | 50 m |
| Riesgo alto. | 20 m | 20 m | 35 m |

*Fuente: Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales*

Al ser riesgo bajo, la distancia máxima de evacuación es de 50 metros.

Si se dispone de dos salidas alternativas, estas distancias pueden incrementarse según lo especificado en la tabla del reglamento.

## 2.7. Características de las puertas

La anchura de las puertas de evacuación en establecimientos industriales debe cumplir con las condiciones mínimas exigidas por la normativa vigente, específicamente según la Tabla 4.1 del Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSCIEI 2025).

$$A \geq \frac{P}{200}$$

Siendo:

- donde $A$ es la anchura de la puerta en metros y $P$ es el número de personas que pueden ser evacuadas por esa puerta.
- Además, en ningún caso la anchura será inferior a 1 metro $(A \geq 1\ m)$, incluso si el resultado de la fórmula anterior es menor.

Por lo tanto, si la puerta tiene una anchura de 1 metro, requisito que sí se cumple, se está cumpliendo con la exigencia mínima establecida por el reglamento, tanto por la fórmula de cálculo como por el umbral mínimo absoluto.

## 2.8. Señalización e iluminación

Las señales deben indicar claramente la dirección a seguir desde cualquier origen de evacuación hasta un punto donde la salida o su señal sea visible.

Asimismo, es obligatorio señalizar la ubicación exacta de los medios de protección contra incendios, como extintores y mangueras, utilizando señales de 420 x 210 mm que sean visibles a una distancia de entre 10 y 20 metros.

Para garantizar la seguridad en caso de fallo eléctrico, se instalarán aparatos autónomos de emergencia en las vías de evacuación, así como junto a los cuadros eléctricos, centros de control y sistemas de protección contra incendios. Esto asegura una iluminación adecuada y facilita la rápida identificación de rutas y equipos durante una emergencia.

## 2.9. Ventilación y eliminación de humos y gases de combustión

Al tratarse de un establecimiento con riesgo intrínseco bajo, determinado por la baja densidad de carga de fuego y la naturaleza de las actividades realizadas, no es necesaria la instalación de sistemas de evacuación de humos. Esto se debe a que, según el Reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimientos Industriales, los sectores con nivel de riesgo intrínseco bajo presentan un riesgo menor de generación y propagación de humos tóxicos o calientes que requieran sistemas específicos para su extracción.

# 3. Requisitos de instalaciones de protección contra incendios

La totalidad de los dispositivos, equipos, sistemas y elementos que conforman las instalaciones de protección contra incendios en los establecimientos industriales, junto con el diseño, la ejecución, la puesta en marcha y el mantenimiento de dichas instalaciones, deberán ajustarse a lo establecido en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado mediante el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre.

## 3.1. Sistemas automáticos de detección

No es necesario instalar sistemas de evacuación de humos en este caso, ya que la normativa solo los exige en establecimientos industriales dedicados a actividades de producción, montaje, transformación, reparación u otras distintas al almacenamiento, siempre que estén ubicados en edificios tipo C y su superficie construida iguale o supere los 3.000 m². Dado que nuestro establecimiento no supera los 3.000 m² de superficie total construida, esta exigencia no aplica.

## 3.2. Sistemas manuales de alarma

Los sistemas manuales de alarma deben instalarse en aquellos casos en los que no sea obligatorio contar con sistemas automáticos de detección de incendios.

## 3.3. Sistemas hidratantes exteriores

En actividades de almacenamiento situadas en edificios de tipo C y clasificadas con riesgo intrínseco bajo, no se requiere la instalación de sistemas de hidrantes exteriores, según la normativa vigente.

Solo será obligatorio instalar hidrantes exteriores en edificios tipo C si el riesgo intrínseco es medio y la superficie total construida alcanza o supera los 3.500 m². Por tanto, en edificios con menor superficie o riesgo bajo, esta exigencia no aplica.

## 3.4. Sistemas de rociadores automáticos

Los rociadores automáticos no serán necesarios en todos los casos. Únicamente se instalarán en edificios de TIPO C cuando el riesgo intrínseco sea medio y la superficie total construida iguale o supere los umbrales establecidos por la normativa.

Según el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales, este requisito se aplica a partir de los 2.000 m² de superficie construida para riesgo medio y de 1.000 m² para riesgo alto. Por tanto, en edificios tipo C con riesgo medio, solo se requerirán rociadores automáticos si la superficie supera los 2.000 m².

## 3.5. Extintores de incendio

Se instalarán extintores en los sectores de incendio de los establecimientos industriales donde se realicen actividades de producción, siempre que estén ubicados en edificios TIPO C y presenten un riesgo intrínseco bajo. Por lo que la presencia de los extintores es obligatoria.

Los extintores deben situarse en lugares visibles y de fácil acceso, garantizando que desde cualquier punto del sector el recorrido horizontal hasta el extintor más cercano no supere los 15 metros. Se emplearán extintores de polvo polivalente ABC, con una eficacia mínima de 21A, en la cantidad indicada por la tabla 3.1 del Reglamento y distribuidos según los planos del establecimiento. Además, se instalarán extintores de $CO_2$ junto a los cuadros eléctricos. En total, se colocarán ocho extintores, cumpliendo así con la normativa vigente.

## 3.6. Sistemas de bocas de incendio equipadas

Se instalará una BIE de 25 mm con una manguera de 30 metros de longitud.

### 3.7. Alumbrado de emergencia

El alumbrado de emergencia es obligatorio en fábricas con una ocupación igual o superior a 25 personas que se encuentren en plantas bajo rasante. Aunque en nuestro caso la ocupación es inferior a 25 personas, se instalarán luminarias de emergencia tanto en las puertas de evacuación como en los cuadros de control y equipos centrales, reforzando así la seguridad ante cualquier situación de emergencia.

## 4. Protección contra incendios exteriores

Para prevenir incendios en el exterior del edificio y evitar que estos afecten a la estructura, se mantendrá el perímetro del edificio limpio y libre de obstáculos en una franja mínima de 4,5 metros. Esta medida contribuye a reducir el riesgo de propagación del fuego hacia el interior.

# ANEJO 10. ESTUDIO DE PROTECCIÓN CONTRA EL RUIDO

Miguel Tazo Castrillo
Universidad de Valladolid (Campus de Palencia) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Grado en Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

# ÍNDICE

**1. Objeto ..... 3**

**2. Valores límite de sonido ..... 3**

**3. Aislamiento acústico de las instalaciones ..... 4**

**3.1. Elementos constructivos ..... 4**

**3.1.1. Elementos constructivos verticales ..... 5**

**3.1.2. Elementos constructivos horizontales ..... 5**

# 1. Objeto

En este anejo se abordará el análisis acústico de la industria, con el propósito de minimizar las emisiones sonoras y, así, disminuir las molestias tanto para los trabajadores como para el entorno y la salud pública. Para ello, se identificarán y evaluarán las fuentes que generan mayor impacto acústico, con el objetivo de implementar medidas que permitan reducir los niveles de ruido en la medida de lo posible. El estudio se desarrollará conforme a la Ley 5/2009, de 4 de junio, del ruido en Castilla y León (BOE n.º 162, de 6-7-2009), así como al Documento Básico DB-HR: Protección frente al ruido. Finalmente, se analizará el grado de aislamiento acústico existente en la industria para verificar la eficacia de las soluciones adoptadas y comprobar que los niveles de ruido se mantienen dentro de los límites establecidos por la normativa.

# 2. Valores límite de sonido

La normativa sobre protección frente al ruido establece que ninguna actividad, industria, comportamiento o establecimiento puede generar en el ambiente exterior niveles sonoros superiores a los valores máximos permitidos para cada tipo de área acústica, según la clasificación y los límites recogidos en el Anexo II de la Ley 5/2009, de 4 de junio, del Ruido de Castilla y León.

Tabla 1: Aislamientos acústicos de actividades.

| Tipo de actividad | Horario de funcionamiento | Aislamiento acústico mínimo | |
|---|---|---|---|
| | | A viviendas $D_{nT,A}$ (dBA) | A exteriores $D_A$ (dBA) |
| Tipo 1 | Horario diurno | 55 | 35 |
| | Horario nocturno | 65 | 35 |
| Tipo 2 | Horario diurno | 60 | 40 |

*Fuente: BOE*

Estos valores varían en función del uso predominante del suelo y del horario, garantizando así la protección del entorno y la salud pública.

Según la Ley 5/2009 de Ruido de Castilla y León, nuestra actividad se clasifica como TIPO 1: actividades industriales o de pública concurrencia que no utilizan equipos de reproducción o amplificación sonora ni sistemas audiovisuales de gran formato, y cuyos niveles sonoros no superan los 85 dB.

Para la medición de los niveles de ruido, se empleará un sonómetro que cumpla con la norma UNE 20-464-90. Las mediciones se realizarán tanto para los ruidos emitidos como para los transmitidos, seleccionando el punto con mayor nivel y, si procede, en el momento y situación de máxima molestia.

Las condiciones de medición serán las siguientes:

- En el exterior de la fábrica, las mediciones se harán a 1,2 metros sobre el suelo y a 1,5 metros de la fachada o del límite de la propiedad de las actividades potencialmente afectadas.
- En el interior, las mediciones se tomarán a 1 metro de distancia de las paredes, a 1,5 metros sobre el suelo y a 1,5 metros de las ventanas, o en el centro de la estancia, siempre con puertas y ventanas cerradas.
- Los recintos que alberguen maquinaria deben disponer de un aislamiento acústico mínimo de 70 dBA respecto a otros espacios.

La Ley 5/2009 sobre el ruido en Castilla y León establece, en su artículo 15, que los elementos constructivos y las soluciones de insonorización empleados en recintos donde se desarrollen actividades industriales, comerciales o de servicios deben garantizar un aislamiento suficiente para evitar que el exceso de ruido generado en el interior se transmita tanto al exterior como a otros espacios interiores. Si fuera necesario, se deberá instalar un sistema de ventilación forzada o inducida que permita mantener cerrados los huecos y ventanas existentes o proyectados, asegurando así la eficacia del aislamiento.

Por otro lado, el artículo 21 recoge que los vehículos a motor que circulen por el término municipal deben estar homologados en cuanto a las emisiones acústicas, cumpliendo la normativa vigente (Reglamentos 41 y 51). Esto implica que todos los vehículos deben mantenerse en buen estado de funcionamiento y no superar los límites permitidos de emisión sonora; si exceden los 6 dBA sobre el límite, podrán ser inmovilizados por la autoridad competente. Además, los equipos frigoríficos, de ventilación y climatización deben cumplir con lo dispuesto en el artículo 34, ajustándose a los niveles máximos de ruido fijados para la actividad industrial.

## 3. Aislamiento acústico de las instalaciones

En nuestra fábrica, el proyecto cumplirá estrictamente con la normativa vigente, asegurando que los niveles sonoros no excedan los límites máximos establecidos. Se emplearán los sistemas de aislamiento necesarios para impedir la propagación del ruido tanto hacia el exterior como entre las diferentes áreas internas de la nave. La ubicación y el aislamiento de todas las instalaciones y servicios de la planta se planificarán cuidadosamente para garantizar que la transmisión acústica se mantenga siempre dentro de los niveles permitidos por la legislación.

### 3.1. Elementos constructivos

Con el objetivo de asegurar un adecuado confort acústico en las distintas estancias, se han incorporado aislamientos acústicos homologados en paredes, tabiques y tanques, respetando los límites establecidos por la normativa vigente. De acuerdo con el Catálogo de Elementos Constructivos del Código Técnico de la Edificación (CTE), a continuación, se presentan los valores referentes al aislamiento frente al ruido aéreo en elementos verticales, el aislamiento global frente al ruido aéreo en fachadas, así como los niveles de ruido de impacto asociados a los elementos constructivos

horizontales e inclinados. Esta información resulta fundamental para garantizar un ambiente interior saludable y confortable, alineado con los estándares técnicos y normativos.

### 3.1.1. Elementos constructivos verticales

Para los cerramientos exteriores de las fachadas se emplearán bloques cerámicos, cuya elección responde a múltiples ventajas. En primer lugar, su facilidad de ejecución y la disponibilidad de mano de obra especializada facilitan un proceso constructivo eficiente y controlado. Además, estos materiales ofrecen un buen comportamiento tanto en aislamiento acústico como térmico, aspectos fundamentales para garantizar el confort interior y la eficiencia energética del edificio. Por último, los bloques cerámicos proporcionan un acabado estético limpio y armonioso, que se adapta adecuadamente a diversos estilos arquitectónicos.

### 3.1.2. Elementos constructivos horizontales

La cubierta del edificio estará compuesta por paneles sándwich de color rojo, fabricados con doble chapa de acero galvanizado y prelacado, que incorporan un núcleo aislante de espuma de poliuretano inyectado de 40 mm de espesor y una densidad de 40 kg/m³. Estos paneles se fijan de manera rígida a las correas, y cuentan con un remate de acero en las uniones para garantizar la continuidad del aislamiento y prevenir la entrada de agua, asegurando así la estanqueidad del sistema. Esta solución constructiva ofrece un aislamiento acústico estimado en torno a los 50 dBA, además de excelentes propiedades térmicas y resistencia frente a la humedad y los cambios de temperatura.

En las áreas destinadas a descanso, aseos, vestuarios, oficinas y laboratorio, se instalarán falsos techos realizados con placas de yeso laminado perforadas, dispuestas sobre perfilería de 600 x 600 mm a una altura de 3 metros. Esta configuración proporciona un aislamiento acústico aproximado de 40 dBA, favoreciendo el confort en espacios donde la calidad ambiental resulta especialmente relevante.

Por último, en la zona de producción se utilizarán los mismos paneles sándwich empleados en la cubierta para las particiones interiores, manteniendo así la coherencia en las prestaciones de aislamiento y durabilidad en todo el entorno industrial. Esta elección responde tanto a criterios de eficiencia energética como de bienestar acústico, alineándose con las exigencias normativas y las buenas prácticas en edificación industrial.

# ANEJO 11. ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Miguel Tazo Castrillo
Universidad de Valladolid (Campus de Palencia) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Grado en Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

# ÍNDICE

**1. Objeto ..... 3**

**2. Aplicación del CTE DB HE ..... 3**

**3. HE-1 Condiciones para el control de la demanda energética ..... 4**

**4. HE-2 Condiciones de las instalaciones térmicas ..... 4**

**5. HE-3 Condiciones de las instalaciones de iluminación ..... 5**

**6. HE-4 Contribución mínima de energía renovable de agua caliente sanitaria ..... 6**

**7. HE-5 Contribución mínima fotovoltaica de energía eléctrica ..... 6**

# 1. Objeto

Este anejo tiene como finalidad establecer las directrices fundamentales que permitan garantizar un adecuado nivel de eficiencia energética en el diseño y construcción de la industria de bombones de chocolate. Dado que el consumo energético representa uno de los principales costes operativos en el sector industrial, resulta imprescindible aplicar criterios de optimización y racionalización del uso de la energía, contribuyendo así tanto a la sostenibilidad ambiental como a la viabilidad económica del proyecto.

Para ello, se consultarán la información en el Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE) del Código Técnico de la Edificación (CTE), el cual articula los requisitos mínimos de eficiencia a través de cinco secciones específicas (HE 1 a HE 5), recogidas en el artículo 15 de la Parte I del CTE.

El artículo 15 define los parámetros cuantificables y procedimientos técnicos que deben aplicarse para asegurar el cumplimiento del requisito básico de eficiencia energética. Asimismo, establece los niveles mínimos de calidad energética que deben alcanzarse o superarse en la envolvente térmica, las instalaciones térmicas, de iluminación, generación renovable y condiciones de rendimiento.

El cumplimiento riguroso de estas exigencias permitirá a la industria no solo minimizar su impacto ambiental, sino también reducir significativamente el coste energético asociado al funcionamiento de las instalaciones, fomentando una explotación más eficiente y sostenible.

# 2. Aplicación del CTE DB HE

A la hora de analizar la eficiencia energética en un entorno industrial, es fundamental considerar una serie de factores clave que inciden directamente en el rendimiento global del sistema. Estos factores son: la cultura energética, la gestión energética, la innovación tecnológica y el mantenimiento.

Cada uno de estos elementos aporta un valor específico a la estrategia energética del proyecto:

- La cultura energética hace referencia al grado de concienciación y compromiso de los usuarios y operarios respecto al uso racional de la energía.
- La gestión energética implica la planificación, supervisión y optimización continua del consumo energético, basada en indicadores y sistemas de control.
- La innovación tecnológica engloba la incorporación de soluciones avanzadas que permiten mejorar la eficiencia de los procesos y sistemas.
- El mantenimiento, tanto preventivo como correctivo, asegura la operatividad y el rendimiento sostenido de las instalaciones a lo largo del tiempo.

Estos factores serán evaluados y ponderados mediante un Índice de Eficiencia Energética (IEE), que permite cuantificar el nivel de desempeño energético del

sistema, identificando oportunidades de mejora y facilitando la toma de decisiones orientadas al ahorro y sostenibilidad.

## 3. HE-1 Condiciones para el control de la demanda energética

Los edificios deberán contar con una barrera térmica eficaz, diseñada con propiedades que permitan reducir al mínimo las necesidades de energía primaria necesarias para alcanzar el confort térmico. Esta barrera se ajustará en función de la zona climática donde se ubique el edificio, así como a las condiciones propias de las estaciones cálidas y frías, y al uso específico del inmueble.

Las características de los elementos que conforman la envolvente térmica se definirán de forma que garanticen una calidad térmica homogénea en los distintos espacios habitables, evitando desequilibrios o pérdidas de eficiencia energética. Además, se exigirá que las particiones interiores limiten la transferencia de calor entre distintas unidades de uso y entre estas y las zonas comunes, con el objetivo de mejorar el rendimiento global del edificio.

También deberán contemplarse medidas que minimicen los riesgos derivados de procesos físicos como la condensación, que pueden deteriorar significativamente tanto el comportamiento térmico como la vida útil de los materiales que conforman la envolvente.

Cabe destacar que, según lo dispuesto en la normativa vigente, quedan fuera del ámbito de aplicación de estas exigencias los edificios de uso industrial, de defensa o agrícolas no residenciales. Por tanto, en el caso de la presente edificación industrial, no será necesario justificar el cumplimiento de condiciones relativas al control de la demanda energética, al no estar sujeta a dichas exigencias.

## 4. HE-2 Condiciones de las instalaciones térmicas

Las instalaciones térmicas previstas en los edificios deberán estar correctamente dimensionadas y ser técnicamente adecuadas para garantizar el confort térmico de los ocupantes en condiciones normales de uso. Esta exigencia se encuentra desarrollada en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), normativa de referencia para el diseño, ejecución y mantenimiento de dichas instalaciones.

La aplicación del RITE se determina en función del uso del edificio. Tal como establece su artículo 2, este reglamento no es de aplicación obligatoria a las instalaciones térmicas vinculadas a procesos industriales, agrícolas u otras actividades productivas, salvo en la parte que esté destinada específicamente a cubrir las necesidades de bienestar térmico e higiene de las personas.

No obstante, en el presente proyecto se contemplan zonas calefactadas, donde sí resulta necesario aplicar las disposiciones del RITE, concretamente aquellas que se refieren al dimensionamiento y eficiencia de los sistemas de calefacción, así como al

cumplimiento de las exigencias establecidas en el Documento Básico HE2 del Código Técnico de la Edificación (CTE).

Estas zonas acondicionadas tienen que cumplir los requisitos mínimos de eficiencia energética y rendimiento, asegurando una gestión térmica óptima que no solo cumpla las necesidades de confort, sino que también contribuya a la sostenibilidad energética del conjunto de la instalación.

## 5. HE-3 Condiciones de las instalaciones de iluminación

Los edificios deberán contar con instalaciones de iluminación adecuadas que respondan eficazmente a las necesidades funcionales y visuales de los usuarios, al mismo tiempo que aseguren un consumo energético racional y eficiente. Estas instalaciones deben incorporar sistemas de control automatizado que permitan ajustar el encendido y la regulación de los niveles lumínicos en función de la ocupación real de los espacios, así como dispositivos de regulación que optimicen el aprovechamiento de la luz natural, especialmente en zonas con incidencia solar directa.

Dado que la iluminación representa un porcentaje significativo del consumo eléctrico de la instalación, es prioritario implementar medidas que permitan reducir este consumo, manteniendo en todo momento los niveles de iluminancia (lux) adecuados al uso de cada zona, pero evitando sobreiluminaciones innecesarias.

Entre las principales estrategias para alcanzar una mayor eficiencia energética en iluminación, destacan las siguientes:

- Uso de luminarias LED, que si bien pueden tener un coste inicial más elevado, presentan una excelente eficiencia energética y una vida útil superior.
- Mantenimiento preventivo y correctivo de las luminarias, de acuerdo con la normativa vigente, asegurando su limpieza y sustitución cuando sea necesario para mantener el rendimiento óptimo del sistema.
- Instalación de sistemas manuales o automáticos de encendido/apagado, según la naturaleza del espacio y su uso, permitiendo un control racional del consumo.
- Diseño arquitectónico orientado al aprovechamiento de la luz natural, como la orientación sur de zonas administrativas, la incorporación de ventanas de gran formato y el uso de colores claros en las superficies interiores, que favorecen la reflexión y difusión de la luz, reduciendo la necesidad de iluminación artificial durante las horas diurnas.

Aunque la aplicación de estas buenas prácticas contribuye significativamente al ahorro energético y a una gestión más sostenible, cabe señalar que, conforme a lo establecido en el Documento Básico HE-3 del Código Técnico de la Edificación, no es obligatorio su cumplimiento en edificios industriales. Sin embargo, su incorporación es altamente recomendable en cualquier proyecto comprometido con la eficiencia energética y la sostenibilidad ambiental.

## 6. HE-4 Contribución mínima de energía renovable de agua caliente sanitaria.

La necesidad de Agua Caliente Sanitaria (ACS) en la instalación industrial estará vinculada a aquellos procesos que requieran intercambios térmicos específicos, así como al suministro de calor en determinadas zonas de trabajo o servicios donde se demande este recurso.

Aunque el consumo de ACS previsto es reducido, se contempla su disponibilidad como parte de una estrategia integral de eficiencia y funcionalidad dentro del proceso productivo. Para ello, la instalación industrial dispondrá de una caldera centralizada, encargada de la generación de agua caliente, dimensionada según las necesidades reales de uso.

En consonancia con los principios del ahorro energético y el fomento de fuentes limpias, se prevé que una parte significativa de la energía utilizada para la producción de ACS provenga de fuentes renovables, o bien de sistemas de cogeneración con origen renovable, con el fin de minimizar el impacto ambiental y optimizar el rendimiento energético global de la instalación.

## 7. HE-5 Contribución mínima fotovoltaica de energía eléctrica

En aquellos edificios cuyo consumo eléctrico sea elevado, se establece la obligación de incorporar sistemas de generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, ya sea para autoconsumo o para su inyección a la red eléctrica general. Esta exigencia se aplica a los edificios de nueva planta y a las ampliaciones de construcciones existentes, siempre que la superficie construida total o adicional supere los 3.000 m², según lo indicado en la normativa vigente en materia de eficiencia energética.

En el caso concreto del edificio proyectado, cuya superficie construida no alcanza dicho umbral, no será obligatorio incluir sistemas de generación eléctrica de origen renovable. No obstante, esta decisión no impide que, en el futuro, puedan contemplarse estrategias voluntarias de generación limpia, como parte de una política de sostenibilidad o mejora energética continua de la instalación.

# ANEJO 12. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Miguel Tazo Castrillo
Universidad de Valladolid (Campus de Palencia) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Grado en Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

# ÍNDICE

**1. Objeto ..... 3**
**2. Normativa aplicable ..... 4**
**3. Agentes intervinientes ..... 5**
**3.1. Productor de residuos (Promotor) ..... 5**
**3.2. Poseedor de residuos ..... 6**
**3.3. Gestor de residuos ..... 6**
**4. Clasificación de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) ..... 6**
**5. Estimación de la cantidad de residuos de construcción y demolición generados en la obra ..... 7**
**6. Destino y reutilización de los residuos generados ..... 8**
**7. Medidas para la prevención de residuos en la obra ..... 12**

# 1. Objeto

En el presente anejo se establece la gestión de los residuos generados durante la ejecución de la fábrica de bombones de chocolate, ubicada en el Polígono Industrial de Villadangos del Páramo (León). El contenido se desarrolla en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. Este documento contempla los siguientes apartados:

- Agentes intervinientes en la gestión de RCD
  Se identifican los responsables y operadores implicados en la correcta gestión de los residuos, desde el promotor de la obra hasta el gestor autorizado.

- Normativa y legislación aplicable
  Se aplicará el RD 105/2008, así como la "Orden MAM/304/2002", que establece las operaciones de valorización/eliminación y la codificación según la Lista Europea de Residuos (LER).

- Identificación de residuos generados
  Se detallarán los tipos de residuos previsibles en esta obra, permitiendo su adecuada clasificación y gestión posterior.

- Estimación cuantitativa
  Se calcularán los volúmenes y pesos aproximados de los RCD generados, en función del tipo de actividad constructiva y las unidades de obra previstas.

- Medidas preventivas
  Se establecerán estrategias orientadas a la minimización de residuos, fomentando la optimización del uso de materiales, la planificación eficiente de los recursos y la reducción de embalajes y restos.

- Destino de los residuos
  Se definirán las operaciones de reutilización, valorización o eliminación aplicables a cada tipo de residuo, priorizando la recuperación de materiales frente a su depósito en vertedero.

- Separación en origen
  La obra contará con un sistema de clasificación y separación de residuos en origen, mediante contenedores diferenciados y señalizados.

- Prescripciones de almacenamiento y manejo
  Se indicarán las condiciones técnicas y de seguridad para el almacenamiento temporal, manipulación y transporte de los RCD, evitando afecciones al entorno y riesgos laborales.

- Valoración económica
  Finalmente, se incluirá una estimación del coste de la gestión de residuos, que contemplará el alquiler de contenedores, transporte a planta autorizada, tasas, y cualquier otro coste asociado.

## 2. Normativa aplicable

La gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD) generados en el ámbito de este proyecto se regirá conforme a la normativa vigente en materia de residuos, tanto a nivel estatal como autonómico. A continuación, se detallan las disposiciones legales de referencia:

- Plan Regional de Ámbito Sectorial de Residuos de Construcción y Demolición de Castilla y León (2008–2010)

Publicado en el Boletín Oficial de Castilla y León (B.O.C.Y.L.) el 23 de julio de 2008, este plan establece las directrices para la prevención, gestión y valorización de los RCD en la comunidad autónoma, promoviendo prácticas sostenibles y una correcta trazabilidad de los residuos.

- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados

Publicada en el Boletín Oficial del Estado (B.O.E.) el 29 de julio de 2011, constituye el marco jurídico general para la gestión de residuos a nivel nacional. Establece los principios de jerarquía en la gestión de residuos, responsabilidad del productor y protección del medio ambiente y la salud humana.

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero

Regula específicamente la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. Este real decreto establece las obligaciones del productor de los residuos, así como los requisitos de separación, transporte, almacenamiento, valorización y eliminación de los RCD.

- Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases

Junto con sus posteriores modificaciones, esta ley regula la gestión de residuos generados por envases y embalajes empleados en las actividades de construcción. Fue publicada en el B.O.E. el 27 de marzo de 2010 y promueve el reciclaje, la reutilización y la reducción en origen.

- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero

No mencionada directamente, pero aplicable como normativa complementaria, establece la lista europea de residuos (LER) y las operaciones de valorización y eliminación, imprescindible para la correcta codificación y gestión de los residuos generados.

# 3. Agentes intervinientes

Durante la ejecución de las obras de construcción, se identifican los siguientes agentes intervinientes principales, los cuales son responsables del correcto desarrollo, control y finalización del proyecto:

| AGENTE | NOMBRE |
|---|---|
| Promotor | Luis Antonio Tazo Lerma |
| Proyectista | Miguel Tazo Castrillo |
| Director de la obra | A designar por el promotor |
| Director de ejecución | A designar por el promotor |

## 3.1. Productor de residuos (Promotor)

el productor de residuos es aquella persona física o jurídica que origina los residuos de construcción y demolición (RCD), en virtud de su implicación directa en la ejecución de la obra. Tal y como establece el Real Decreto 105/2008, se contemplan tres posibles situaciones para identificar al productor de los RCD:

- Titular del bien inmueble o de la licencia urbanística:

Tendrá la condición de productor la persona física o jurídica titular de la licencia urbanística de una obra de construcción o demolición. En el caso de que la actuación no requiera dicha licencia, se considerará productor al titular del inmueble objeto de la intervención.

- Operador de tratamiento o transformación de residuos:

Se considerará productor a la persona física o jurídica que lleve a cabo operaciones de tratamiento, mezcla, o cualquier actividad que implique un cambio en la naturaleza, composición o características de los residuos generados

- Importador o adquirente intracomunitario:

En el supuesto de entrada de residuos desde otros Estados miembros de la Unión Europea, el productor será la persona física o jurídica que realice la importación o adquisición de dichos residuos.

En este proyecto, se identifica como productor de los residuos de construcción y demolición al promotor del proyecto, al ser el titular responsable de la ejecución de la obra y del inmueble objeto de actuación.

## 3.2. Poseedor de residuos

En esta fase del proyecto, aún no se ha definido el agente que asumirá la figura de Poseedor de los Residuos. Conforme a lo establecido en la normativa vigente, la designación de dicho agente será responsabilidad directa del Productor de los residuos, es decir, el promotor del proyecto.

Dicha designación deberá realizarse antes del inicio de los trabajos de obra, asegurando así el cumplimiento de las obligaciones legales en materia de gestión de residuos de construcción y demolición (RCD). El poseedor será el encargado de gestionar correctamente los residuos generados, garantizando su trazabilidad, separación en origen, almacenamiento temporal adecuado y su posterior traslado a gestores autorizados, conforme a lo estipulado en el Real Decreto 105/2008 y demás legislación aplicable.

## 3.3. Gestor de residuos

El gestor de residuos es la persona física o jurídica, pública o privada, que lleva a cabo cualquiera de las operaciones relacionadas con la recogida, almacenamiento, transporte, valorización o eliminación de los residuos, incluyendo además las actividades de vigilancia de estas operaciones, la gestión de vertederos y su restauración ambiental.

La condición de gestor es independiente de la del productor de los residuos, aunque su designación debe ser realizada por el Productor de los residuos (promotor), y deberá quedar formalizada antes del inicio de las obras. Este gestor deberá estar debidamente autorizado e inscrito en el registro oficial correspondiente.

El Gestor se responsabilizará de asegurar que el tratamiento de los residuos generados en la obra se lleve a cabo conforme a las prácticas medioambientales establecidas, cumpliendo con los principios de jerarquía de residuos: prevención, preparación para la reutilización, reciclaje, valorización y eliminación.

# 4. Clasificación de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD)

En función de su origen y naturaleza, los residuos de construcción y demolición (RCD) generados en la ejecución de la obra se clasifican en dos categorías diferenciadas:

- RCD de Nivel I

Corresponden a los residuos derivados de las obras de infraestructura a escala local, y están formados fundamentalmente por los excedentes de excavación originados durante los movimientos de tierras.

Estos materiales son, en su mayoría, tierras y áridos naturales no contaminados, procedentes de trabajos de excavación. Su composición es predominantemente pétrea e inerte, sin que presenten riesgo ambiental ni requieran un tratamiento específico.

- RCD de Nivel II

Incluyen aquellos residuos no peligrosos generados durante las fases de construcción, demolición, reformas o instalación de servicios. Se caracterizan por no sufrir alteraciones físicas, químicas o biológicas significativas a lo largo del tiempo.

En esta categoría se engloban materiales como hormigón, ladrillo, cerámica, metales, madera sin tratar, plásticos y otros elementos comunes en obras de edificación o rehabilitación.

Tabla 1: Clasificación de RCD

| NIVEL | CATEGORIZACIÓN | MATERIAL |
|---|---|---|
| RCD I | - | Tierras, materiales pétreos que proceden de excavación. |
| RCD II | Naturaleza no pétrea | Asfalto |
| | | Papel y cartón |
| | | Plástico |
| | | Vidrio |
| | | Yeso |
| | | Basuras |
| | Naturaleza pétrea | Arena, grava y otros áridos. |
| | | Hormigón |
| | | Ladrillos, tejas y materiales cerámicos. |
| | | Piedras |
| | Potencialmente peligrosos | Otros |

## 5. Estimación de la cantidad de residuos de construcción y demolición generados en la obra

De acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 105/2008, es imprescindible realizar una estimación cuantitativa y cualitativa de los residuos de construcción y demolición (RCD) que se generarán durante la ejecución de la obra. Esta estimación debe aproximarse lo máximo posible a la realidad, ya que constituye la base para una planificación eficaz y responsable de su gestión.

Tabla 2: estimación de RCD generados

| NIVEL | CATEGORIZACIÓN | MATERIAL | CANTIDAD (kg) |
|---|---|---|---|
| RCD I | - | Tierras, materiales pétreos que proceden de excavación. | 100.000 |
| RCD II | Naturaleza no pétrea | Asfalto | 20.000 |
| | | Papel y cartón | |
| | | Plástico | |
| | | Vidrio | |
| | | Yeso | |
| | | Basuras | |
| | Naturaleza pétrea | Arena, grava y otros áridos. | 40.000 |
| | | Hormigón | |
| | | Ladrillos, tejas y materiales cerámicos. | |
| | | Piedras | |
| | Potencialmente peligrosos | Otros | 3.000 |

*Fuente: elaboración propia*

## 6. Destino y reutilización de los residuos generados

De acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 105/2008, es imprescindible realizar una estimación cuantitativa y cualitativa de los residuos de construcción y demolición (RCD) que se generarán durante la ejecución de la obra. Esta estimación debe aproximarse lo máximo posible a la realidad, ya que constituye la base para una planificación eficaz y responsable de su gestión.

- Residuos de acero

Estos residuos se generan, fundamentalmente, durante la colocación de armaduras metálicas en elementos estructurales, así como por el uso de envases metálicos, como botes de pintura y disolventes.

En el caso del hormigón armado, el acero residual puede ser separado mediante procesos electromagnéticos o almacenado en contenedores específicos durante la ejecución de la obra, permitiendo su posterior reutilización o valorización.

Los envases que han contenido pintura deben ser tratados como residuos peligrosos: se procederá a su aspiración previa y posterior recogida en contenedores diferenciados, evitando su mezcla con residuos no peligrosos.

- Residuos de hierro

El hierro es un material con una alta durabilidad y posibilidades de reutilización directa en la propia obra o en futuras actuaciones. En caso de no reutilizarse, se destinará a planta de reciclaje, donde será valorizado mediante procesos estándar de recuperación de metales.

- Residuos de asfalto sin alquitrán

Este tipo de residuos proviene mayormente de trabajos de impermeabilización en cubiertas y muros de sótanos. Pueden ser reutilizados como mezcla asfáltica o como material de relleno, ya sea en la misma obra, en otras obras o en plantas especializadas mediante tratamientos térmicos (frío o calor).

Para ello, se realiza una recogida selectiva cuidadosa que evite el deterioro del material, así como un pretratamiento para separar residuos adheridos, como restos de aislamientos térmicos (fibra de vidrio, poliestireno) o capas intermedias (geotextiles, morteros, etc.). Posteriormente, el material se tritura hasta alcanzar granulometría uniforme, lista para su uso en nuevas mezclas asfálticas.

- Residuos de cobre

Proceden principalmente de instalaciones eléctricas y de fontanería (cables y tuberías). Gracias a su alta demanda, bajo coste de reciclaje y larga vida útil, el cobre es considerado un residuo de gran valor económico. Si se realiza una recogida selectiva adecuada, el cobre puede tratarse como un material prácticamente puro, permitiendo su fundición y reutilización con gran facilidad.

- Residuos de aluminio

Originados, sobre todo, por elementos de cerrajería y carpintería metálica, el aluminio presenta una elevada capacidad de reciclaje siempre que se realice una separación previa de productos férricos. Su alta demanda en la industria y su versatilidad hacen recomendable su reutilización preferente en la propia obra o en otros proyectos, antes de optar por el reciclado en planta.

- Residuos de latón y bronce

Procedentes de componentes de carpintería metálica, cerrajería o envases como latas de pintura, estos materiales también son altamente reciclables, aunque su reutilización directa depende del estado de conservación y del tipo de producto.

- Residuos de áridos y piedras naturales

Estos residuos se generan principalmente durante la fabricación in situ de hormigones, siendo recomendada la utilización de hormigón reciclado o mezclas bituminosas procedentes de firmes reutilizados, con el fin de minimizar la explotación de recursos naturales.

Los materiales generados se depositarán en contenedores específicos junto con otros residuos inertes similares, para su posterior transporte a vertederos autorizados o, preferiblemente, su valorización.

- Residuos de piedras, mármoles y pizarras

Los mármoles y piedras naturales provienen fundamentalmente de revestimientos y pavimentos (placados o suelos). Estos residuos pueden reutilizarse como árido reciclado, tanto para la fabricación de piedra artificial como material inerte de relleno.

Las pizarras, también empleadas en pavimentos, serán recicladas cuando sea viable en procesos de fabricación de productos artificiales, o bien reutilizadas directamente si presentan una calidad adecuada.

- Residuos cerámicos

Proceden de recortes de piezas cerámicas o roturas causadas durante la ejecución de obra o por el paso de maquinaria. Se recomienda la clasificación y almacenamiento selectivo de estos residuos para su posible reutilización.

En caso de no ser viable, se gestionarán como residuos inertes, almacenándolos junto a tierras, escombros u otros materiales de similar naturaleza, siendo destinados a vertederos controlados.

En particular, las piezas de gres pueden ser también reutilizadas, aunque su reciclaje es más complejo debido a la diversidad de formatos y cantidades reducidas. Como última opción, se emplearán como material de relleno.

- Residuos de hormigón

Material predominante en estructuras y cimentaciones, el hormigón residual podrá ser reutilizado como árido reciclado para nuevas aplicaciones, tras su limpieza de impurezas como madera, metales o plásticos.

Tiene potencial de valorización como:

  - Subbase en obras civiles (carreteras, terraplenes)
  - Paisajismo y jardinería
  - Elementos prefabricados (viguetas, pilares, paneles, mobiliario urbano, etc.)

Dependiendo del destino, se someterá a procesos de trituración y clasificación granulométrica adecuados. Solo en casos donde no sea posible su valorización, se depositará en vertederos controlados de RCD inertes.

- Residuos de yeso / escayola

Generados en tareas de revestimiento, enlucido y guarnecido, estos residuos deben ser gestionados con especial cuidado.

Es importante evitar su mezcla con hormigones, ya que su contenido en sulfatos puede inutilizar el residuo de hormigón para su reciclaje posterior.

Por este motivo, se almacenarán por separado y se gestionarán como residuos inertes, depositándolos en vertederos de escombros controlados.

- Residuos de madera

Proceden de encofrados, embalajes, transporte de materiales y carpinterías en mal estado.

En caso de contener tratamientos químicos (barnices, pinturas, fungicidas, etc.), deberán ser clasificados como residuos especiales.

Antes de su reutilización o valorización energética como biocombustible, se eliminarán todos los elementos metálicos incrustados (clavos, grapas, tornillería), garantizando así su adecuación para el tratamiento posterior.

- Residuos de PVC

Estos residuos derivan fundamentalmente de la instalación de tuberías, láminas impermeabilizantes (especialmente en cubiertas) y cerramientos de carpintería exterior.

Debido a la complejidad de su reciclaje y a su bajo índice de degradación, se almacenarán en contenedores específicos para su posterior entrega a gestores autorizados.

En función de su estado y pureza, pueden destinarse a la fabricación de revestimientos industriales, protección de cableado eléctrico o, en su defecto, se gestionarán mediante depósito en vertederos autorizados para residuos no peligrosos.

- Residuos de policarbonato, polietileno, poliestireno, poliuretano, etc.

Generados principalmente como residuos de envases y embalajes durante la ejecución de obras de nueva planta.

Estos residuos se originan en zonas de acopio y suministro de materiales, por lo que existe la posibilidad de retorno al proveedor para su reutilización, siempre que el material se encuentre en condiciones adecuadas.

No obstante, los plásticos técnicos de construcción presentan un alto nivel de degradación y contaminación, lo que limita su reciclaje. Por ello, se recomienda habilitar en obra una cuba específica para su recogida diferenciada, facilitando así su posterior valorización energética o reciclaje mecánico en instalaciones especializadas.

- Residuos de vidrio

Estos residuos pueden generarse como consecuencia de roturas accidentales de lunas, molduras o vidrios técnicos, durante el transporte, almacenamiento o instalación.

Se recogerán de forma selectiva y se depositarán en contenedores de vidrio reciclable, destinados a su reciclaje en plantas especializadas, evitando su mezcla con otros residuos inertes que pudieran dificultar su valorización.

- Residuos de caucho

Proceden fundamentalmente del uso de materiales impermeabilizantes o sellantes con base elastomérica.

Tras su recogida diferenciada, pueden ser tratados en plantas especializadas para su valorización como aislantes térmicos y acústicos o bien empleados en el procesado de mezclas bituminosas destinadas a firmes de carreteras.

Su tratamiento depende del grado de contaminación y del tipo de caucho utilizado.

- Residuos de fibras minerales

Principalmente se trata de fibras de vidrio, utilizadas en aislamientos térmicos, accesorios o tuberías de saneamiento.

Estos materiales presentan riesgos higiénico-sanitarios, ya que sus partículas pueden irritar piel, mucosas y ojos, por lo que deberán manipularse y almacenarse siguiendo estrictas medidas de seguridad y protección personal.

La recogida se realizará de forma selectiva en contenedores cerrados, garantizando su integridad hasta su entrega a un gestor autorizado.

En el presente proyecto se han analizado diversas alternativas de ejecución con el fin de minimizar la generación de residuos durante las fases de construcción y operación de la industria de producción de bombones de chocolate en Villadangos del Páramo (León). La alternativa seleccionada responde a criterios de sostenibilidad, reduciendo el volumen de RCD generados, y creando condiciones favorables para un eventual desmantelamiento de las instalaciones con el menor impacto ambiental posible al final de su vida útil.

## 7. Medidas para la prevención de residuos en la obra

Para cumplir estos objetivos, el constructor asumirá la responsabilidad de organizar y planificar adecuadamente los suministros, la recogida de materiales, los procedimientos constructivos y la gestión integral de los residuos generados. En particular, se adoptarán las siguientes medidas de prevención:

- Excavaciones optimizadas: se ejecutarán únicamente las excavaciones necesarias, de acuerdo con los planos de cimentación y localización, ajustándose a las profundidades establecidas en el anejo de estudio geotécnico, evitando así generación innecesaria de tierras y escombros.

- Hormigón suministrado desde planta próxima: se priorizará el suministro de hormigón desde la central más cercana, con el fin de minimizar transportes y residuos. En caso de sobrantes, estos se emplearán en hormigones de limpieza, rellenos de huecos u otros usos auxiliares en la propia obra.

- Minimización de residuos pétreos: se ajustará el suministro de grava y piedra a la demanda real del proyecto. En caso de excedente, el proveedor será responsable de su recogida y reutilización.

- Precisión en el suministro de elementos metálicos: se gestionará el pedido de acero y otros metales con máxima precisión. Los pequeños sobrantes generados se almacenarán adecuadamente para su posterior comercialización o valorización.

- Gestión de mezclas bituminosas: estos materiales se suministrarán en cantidades justas. Se planificará previamente la ejecución para evitar errores, reduciendo así residuos por apertura innecesaria de envases o mezclas no utilizadas.

- Optimización del uso de madera: los elementos de carpintería y encofrado se replantearán con la colaboración de un profesional carpintero, lo que permitirá minimizar los recortes y desperdicios.

- Reducción de residuos de embalaje: se solicitará a los proveedores que los materiales se entreguen con embalajes mínimos y adecuados, evitando envoltorios excesivos o innecesarios.

Asimismo, cualquier mejora adicional que contribuya a reducir la generación de residuos será evaluada y comunicada a la Dirección Facultativa, para su posible incorporación al proyecto.

# ANEJO 13. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD DE EJECUCIÓN DE LA OBRA

Miguel Tazo Castrillo
Universidad de Valladolid (Campus de Palencia) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Grado en Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

# ÍNDICE

**1. Objeto ..... 3**
**2. Controles por realizar en el proyecto ..... 3**
**2.1. Control de recepción en obra ..... 3**
**2.2. Control de la documentación de los suministros ..... 4**
**2.3. Control de la recepción mediante ensayos ..... 4**
**2.4. Control de la ejecución de la obra ..... 5**
**2.5. Control de la obra terminada ..... 5**
**3. Documentación obligatoria del seguimiento de la obra ..... 5**
**4. Pruebas a realizar ..... 6**
**4.1. Cimentación ..... 6**
**4.2. Estructuras de hormigón armado ..... 6**
**4.2.1. Control de materiales ..... 6**
**4.2.2. Control de la ejecución ..... 7**
**4.3. Estructuras de acero ..... 7**
**4.4. Estructura de fábrica ..... 8**
**4.5. Cerramientos y particiones ..... 9**
**4.6. Protección frente la humedad ..... 9**
**4.7. Instalaciones eléctricas ..... 10**
**4.8. Instalaciones de fontanería ..... 11**

# 1. Objeto

Este anejo recoge los criterios generales y directrices necesarias para garantizar el cumplimiento de los requisitos de calidad en la ejecución de las obras, conforme a lo dispuesto en el Código Técnico de la Edificación (CTE). Asimismo, se consideran las instalaciones y elementos constructivos implicados en el cumplimiento de los principios básicos de seguridad estructural, funcionalidad y habitabilidad.

El control de calidad se estructura en tres fases fundamentales:

- Recepción de materiales y productos en obra.
- Supervisión del proceso constructivo durante su ejecución.
- Verificación final de la obra una vez finalizada.

Para asegurar una correcta implementación del plan, se definen las siguientes obligaciones:

El director de la ejecución material de la obra será el encargado de reunir y validar toda la documentación técnica relativa a los controles efectuados, asegurando que se ajusten al contenido del proyecto y a las posibles modificaciones aprobadas durante su desarrollo.

El constructor, por su parte, deberá obtener de los proveedores toda la documentación técnica de los materiales suministrados, incluyendo instrucciones de instalación, mantenimiento y garantías, y ponerla a disposición de los agentes facultativos.

En determinados casos, previa autorización del director de ejecución, la documentación elaborada por el constructor para cada unidad de obra podrá incorporarse al expediente de control de calidad como complemento válido.

Finalizada la ejecución, toda la documentación generada durante la aplicación del plan de control será archivada por el director de la ejecución en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, entregada a la Administración Pública competente, conforme a la normativa de aplicación.

# 2. Controles por realizar en el proyecto

## 2.1. Control de recepción en obra

El objetivo principal del control de recepción en obra es garantizar que todos los productos, sistemas y equipos que se integren en la construcción cumplen con las especificaciones técnicas exigidas en el proyecto y con los requisitos establecidos en la normativa vigente.

Para verificarlo, se harán ensayos de comprobación específicos sobre los materiales suministrados, así como la revisión documental pertinente. Estos ensayos permitirán determinar si dichos elementos pueden ser aceptados o, en su caso, rechazados por no reunir las condiciones técnicas necesarias.

Será responsabilidad del Director de la Ejecución de la Obra requerir al Constructor la entrega de la documentación técnica en relación con los productos utilizados. Estos son, los certificados de calidad, los ensayos realizados por el fabricante o laboratorio acreditado, la acreditación del marcado CE, cuando este sea obligatorio en función del tipo de producto o sistema.

Solo una vez verificada toda la documentación y realizados los controles pertinentes, se autorizará la utilización de los materiales en obra.

## 2.2. Control de la documentación de los suministros

Todos los suministros necesarios para la ejecución de la obra serán entregados inicialmente al constructor, quien tendrá la obligación de remitir al Director de la Ejecución de la Obra la documentación correspondiente a cada producto, de acuerdo con lo establecido en el proyecto y la normativa aplicable.

Esta documentación permitirá verificar la trazabilidad, calidad y conformidad reglamentaria de los materiales empleados. Como mínimo, deberá incluir los siguientes elementos:

- Documentos de origen, tales como la hoja de suministro y el etiquetado del producto.
- Certificado de garantía del fabricante, debidamente firmado por un responsable autorizado.
- Documentos de conformidad y autorizaciones administrativas, según lo exijan las normativas vigentes, incluyendo el marcado CE cuando proceda, conforme a la legislación derivada de la transposición de directivas europeas que regulan los productos de construcción.

La revisión y validación de esta documentación por parte del Director de Ejecución de la Obra será un paso imprescindible antes de aceptar e incorporar el suministro a los trabajos de construcción.

## 2.3. Control de la recepción mediante ensayos

En determinados casos, y con el fin de garantizar el cumplimiento de las exigencias establecidas por el Código Técnico de la Edificación (CTE), será necesario realizar ensayos y pruebas específicas sobre ciertos productos empleados en la obra.

Estos ensayos se harán siguiendo la normativa vigente, o en su defecto, según las indicaciones recogidas en el proyecto o dictadas por la dirección facultativa.

La planificación de este control incluirá: el método de muestreo de los productos, el tipo de ensayos que deben realizarse, los criterios para aceptar o rechazar los resultados obtenidos y las medidas correctoras que deban adoptarse en función de dichos resultados.

## 2.4. Control de la ejecución de la obra

Durante la obra, el Director de la Ejecución llevará un seguimiento continuo del proceso constructivo, verificando que cada unidad de obra se realice conforme a lo especificado en el proyecto. Esta supervisión incluirá el control de los materiales empleados, la correcta colocación y aplicación de los mismos, así como el cumplimiento de las normas de buena práctica constructiva y de la normativa vigente.

En el momento de la recepción de las distintas fases ejecutadas, se podrán considerar válidas las certificaciones de conformidad aportadas por los agentes intervinientes, así como los informes emitidos por las entidades acreditadas para el control de calidad en la edificación.

En este sentido, se aplicarán los procedimientos necesarios para garantizar que los productos, sistemas y equipos —especialmente aquellos innovadores— respondan adecuadamente a su función prevista. Dichos procedimientos deberán seguir los criterios establecidos en las evaluaciones técnicas de idoneidad, según el artículo 5.2.5.

## 2.5. Control de la obra terminada

Una vez concluida la ejecución de la obra, será necesario llevar a cabo una serie de comprobaciones y pruebas de funcionamiento conforme a lo establecido en el proyecto. Estas pruebas deben incluir tanto las exigidas por la legislación vigente como aquellas que determine la dirección facultativa durante la fase final del proceso.

Además, podrán incorporarse pruebas de carácter voluntario siempre que contribuyan a garantizar un mayor nivel de calidad y fiabilidad de los sistemas y elementos ejecutados.

# 3. Documentación obligatoria del seguimiento de la obra

Durante la ejecución de cualquier obra de edificación, será necesario disponer de una serie de documentos de control que permitan un seguimiento adecuado del proceso constructivo. Esta documentación mínima incluirá:

- El Libro de Órdenes y Asistencias, conforme a lo establecido en el Decreto 461/1971, de 11 de marzo.
- El Libro de Incidencias en materia de seguridad y salud, de acuerdo con lo regulado en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre.
- El proyecto técnico completo, incluyendo sus anejos y las posibles modificaciones, siempre que estén autorizadas por el director de obra.
- La licencia de obras, así como el documento de apertura del centro de trabajo y cualquier otra autorización administrativa necesaria para la ejecución del proyecto.
- El certificado final de obra, conforme a lo previsto en el Decreto 462/1971 del Ministerio de la Vivienda.

En el Libro de Órdenes, tanto el director de obra como el director de ejecución dejarán constancia de las instrucciones derivadas del ejercicio de sus respectivas responsabilidades técnicas. Por su parte, el Libro de Incidencias será gestionado según la normativa específica sobre prevención de riesgos laborales, y podrá ser consultado por los agentes designados en dicha normativa.

# 4. Pruebas a realizar

## 4.1. Cimentación

- Cimentaciones superficiales y profundas

Dado que se trata de una vivienda destinada a uso propio, no se ha realizado un estudio geotécnico específico, apoyándose en la experiencia adquirida en intervenciones previas en parcelas cercanas. Como criterio mínimo, se considera que la capacidad portante del terreno será igual o superior a 1 kg/cm².

- Acondicionamiento del terreno

Durante los trabajos de excavación para la cimentación, se llevará a cabo una inspección directa del terreno descubierto con el fin de verificar las características reales de los materiales existentes. Esta comprobación permitirá confirmar que las condiciones del suelo se ajustan a lo previsto y que es adecuada la solución adoptada para la cimentación.

## 4.2. Estructuras de hormigón armado

### 4.2.1. Control de materiales

- Control de los componentes del hormigón, conforme a la normativa vigente (EHE, Instrucción para la Recepción de Cementos, sellos de calidad reconocidos y el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares). Se revisarán los siguientes:
    - Cemento
    - Agua utilizada en el amasado
    - Áridos
    - Aditivos u otros componentes (evaluados antes del arranque de la obra)

- Control de calidad del hormigón conforme a los criterios establecidos en la EHE y en las especificaciones técnicas particulares del proyecto:
    - Comprobación de la resistencia característica
    - Evaluación de la consistencia
    - Análisis de la durabilidad del hormigón

- Ensayos de verificación del hormigón:
    - Se aplicará la modalidad 2, que implica un control completo (100 %) de los lotes suministrados.

- Control del acero empleado en las armaduras:
    - El control se hará a nivel normal o estándar, tanto para armaduras pasivas como activas, asegurando el cumplimiento de los requisitos normativos en cuanto a calidad y trazabilidad.

- Otros controles adicionales podrán establecerse a criterio de la Dirección Facultativa o conforme a las exigencias del proyecto.

### 4.2.2. Control de la ejecución

- Grado de control aplicado durante la ejecución de la estructura:

Se adoptará un nivel de control reducido, lo que implica realizar una revisión específica por cada lote o unidad en que se haya subdividido la obra estructural. Esta revisión incluirá tanto la comprobación visual como documental de la correcta ejecución de los trabajos según el proyecto y la normativa aplicable.

## 4.3. Estructuras de acero

- Control de la documentación del proyecto:

Se verificará que el proyecto contiene una definición clara y una justificación técnica adecuada de la solución estructural adoptada para la estructura de acero.

- Verificación de la calidad de los materiales:

Los productos empleados deberán ir acompañados de su correspondiente certificado de calidad, garantizando su conformidad con los requisitos especificados.

En caso de materiales especiales o no habituales, se aplicarán procedimientos de control basados en normativas técnicas reconocidas o recomendaciones de referencia contrastada.

- Supervisión del proceso de fabricación:

Durante la fabricación en taller, se revisará la documentación técnica entregada, que debe comprender como mínimo:

- Informe técnico de fabricación
- Planos de taller detallados
- Plan de puntos de inspección, que indicará las fases donde se realizarán controles específicos.

- Control de calidad del montaje en obra:

Se llevará a cabo una revisión documental del proceso de montaje, asegurando que se respeten las directrices del proyecto y que los trabajos ejecutados cumplan con las especificaciones de calidad exigidas.

Además, se realizarán inspecciones directas durante la ejecución del montaje, comprobando la correcta instalación, unión y disposición de los elementos estructurales.

## 4.4. Estructura de fábrica

Recepción de materiales:

- Elementos de fábrica:
  El fabricante deberá proporcionar una declaración que acredite la resistencia y categoría de las piezas suministradas (tipo I o tipo II), según lo establecido por la normativa aplicable.

- Materiales complementarios:
  Se revisará la calidad de arenas, cementos y cales empleados, así como de los morteros secos y hormigones preparados, prestando especial atención a la dosificación y a los valores de resistencia indicados.

Control de ejecución en obra:

- Categoría de ejecución:
  Se adoptará la categoría B, que exige que tanto las piezas como los morteros cuenten con certificación de cumplimiento de especificaciones. Además, será obligatorio llevar un control diario durante la fase de ejecución.

Morteros y hormigones de relleno:

- Se vigilará la correcta dosificación de los componentes, el proceso de mezclado y su puesta en obra, para garantizar la adherencia y resistencia adecuadas.

Elementos de armadura:

- Se realizará un control tanto a la llegada del material a obra como durante su colocación, verificando su conformidad con el proyecto y su correcta disposición.

Protección durante la ejecución:

Durante la construcción de las fábricas, se aplicarán medidas preventivas para asegurar su integridad:

  - Protección frente a impactos o daños accidentales.
  - Resguardo de la coronación para evitar degradaciones.
  - Conservación adecuada de la humedad durante el fraguado.
  - Protección ante condiciones climatológicas adversas como heladas.

- Uso de arriostramientos provisionales para mantener la estabilidad.
- Limitación de la altura diaria ejecutada para evitar deformaciones o asentamientos prematuros.

## 4.5. Cerramientos y particiones

- Revisión de la documentación del proyecto:

El proyecto debe justificar adecuadamente la solución constructiva adoptada en materia de cerramientos y particiones, especialmente en lo relativo al aislamiento térmico y acústico, garantizando su eficacia y cumplimiento normativo.

- Recepción y control de los materiales:

Durante la entrega de los materiales en obra, se verificará que todos los productos cuenten con el marcado CE correspondiente, asegurando así su conformidad con la normativa europea y la calidad exigida en el proyecto.

- Supervisión durante la ejecución:
  - La ejecución de estos elementos debe ajustarse fielmente a las especificaciones del proyecto técnico.
  - Se pondrá especial énfasis en los encuentros entre materiales, revisando cuidadosamente las zonas donde puedan producirse puentes térmicos que comprometan el rendimiento del aislamiento.
  - Se controlará la colocación precisa de los aislantes térmicos, tanto en su posición como en sus dimensiones, prestando especial atención a los puntos singulares (cambios de plano, encuentros con estructura, etc.).
  - La instalación de la barrera de vapor deberá garantizar su continuidad en toda la superficie prevista, evitando interrupciones o solapes defectuosos.
  - En cuanto a la carpintería, se comprobará que los cercos estén correctamente fijados, asegurando una estanqueidad efectiva frente al aire y al agua, especialmente en huecos de fachada o zonas expuestas.

## 4.6. Protección frente la humedad

- Revisión de la documentación técnica:

El proyecto constructivo deberá justificar la solución adoptada para garantizar la protección frente a la humedad, asegurando su idoneidad según las condiciones del emplazamiento y el uso previsto. Esta solución deberá estar alineada con los criterios establecidos en el Documento Básico HS del CTE, especialmente en su sección HS 1: Protección frente a la humedad.

- Control en la recepción de materiales:

Durante la entrada en obra de los productos relacionados con la impermeabilización (láminas, pinturas, barreras antihumedad, etc.), se verificará que cuenten con el correspondiente marcado CE, que garantice su conformidad con las normativas vigentes y su adecuación al uso previsto.

- Supervisión de la ejecución en obra:
    - La instalación de los sistemas de impermeabilización deberá llevarse a cabo de acuerdo con las especificaciones indicadas en el proyecto técnico, cuidando especialmente los encuentros y solapes entre materiales.
    - Se comprobará que los sistemas aplicados cumplen con lo estipulado en la normativa DB HS 1 del CTE, lo que incluye drenajes, capas impermeables, protección contra ascensos capilares y soluciones para cubiertas expuestas.
    - En cubiertas o zonas especialmente sensibles a la penetración de agua, se realizarán pruebas de estanqueidad para garantizar la correcta ejecución del sistema y prevenir filtraciones o humedades posteriores.

## 4.7. Instalaciones eléctricas

- Revisión del proyecto técnico:

La documentación del proyecto debe justificar de forma detallada la solución adoptada para las instalaciones eléctricas, garantizando su cumplimiento con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) y sus correspondientes Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-BT). La solución propuesta debe contemplar tanto la seguridad como la eficiencia del sistema.

- Control en la recepción de productos:

Antes de su incorporación a la obra, se comprobará que todos los materiales y equipos eléctricos cuentan con el correspondiente marcado CE, que certifica su conformidad con la legislación europea y la normativa española vigente.

- Supervisión durante la ejecución:

La ejecución deberá seguir rigurosamente las directrices establecidas en el proyecto aprobado, prestando especial atención a los siguientes aspectos:

- Centro de transformación y acometida eléctrica: verificación de la tabiquería, cimentación, sistemas de apoyo y puesta a tierra.
- Trazado y montaje de líneas generales y secundarias: inspección de la sección de los conductores, correcta instalación de bandejas, tubos y soportes.
- Ubicación de mecanismos y puntos eléctricos: comprobación de su situación exacta conforme al plano de instalaciones.
- Rozas y cajas empotradas: ejecución precisa de canalizaciones y alojamientos en paramentos.
- Fijación de conductores: correcta sujeción de cables y adecuada identificación de los circuitos.
- Instalación de sistemas de iluminación y fuerza: verificación de la marca, modelo, potencia y colocación de luminarias, así como el montaje nivelado y seguro de interruptores y enchufes.

- Red de voz y datos: trazado, ubicación, montaje y etiquetado de las instalaciones de telecomunicaciones y conexión a cuadros.

- Cuadros eléctricos:
  - Inspección del estado externo e interno de los cuadros.
  - Revisión de dimensiones, disposición interna y características de los elementos que los componen (automáticos, diferenciales, relés, etc.).
  - Verificación del conexionado, fijación, identificación y señalización de cada uno de los circuitos conectados.

- Pruebas y verificaciones finales:

Una vez completada la instalación, se llevarán a cabo las pruebas funcionales pertinentes:

- Medición de la resistencia de la toma de tierra.
- Ensayo de disparo de interruptores automáticos y diferenciales.
- Comprobación del encendido de luminarias.
- Verificación del funcionamiento de circuitos de fuerza y usos especiales.
- Ensayo general de todos los circuitos eléctricos y de telecomunicaciones.

## 4.8. Instalaciones de fontanería

- Análisis del proyecto técnico:

La documentación del proyecto debe recoger de forma clara y argumentada la solución adoptada para las instalaciones de fontanería, asegurando su adecuación al uso previsto, cumplimiento de las normativas aplicables y correcta integración con el resto de instalaciones del edificio.

- Control en la recepción de materiales:

Previo a su instalación, todos los componentes de la red de fontanería serán verificados para confirmar que disponen del marcado CE, lo que certifica que cumplen con los requisitos técnicos y de seguridad exigidos por la normativa comunitaria.

- Supervisión de la ejecución en obra:

Durante los trabajos de instalación, se controlará el cumplimiento de lo especificado en el proyecto, revisando especialmente:

- Punto de enlace con la red de abastecimiento general y la correcta ejecución de la acometida.
- Revisión de las características técnicas de las tuberías, válvulas y elementos de regulación y corte.
- Comprobación del adecuado aislamiento térmico y protección de las tuberías, tanto en recorridos vistos como empotrados, para evitar pérdidas de calor y condensaciones.

- Pruebas y ensayos funcionales:

Antes de la puesta en servicio, se realizarán diferentes pruebas para garantizar la integridad y funcionalidad de la instalación:

  - Ensayo de resistencia mecánica y estanqueidad por tramos, manteniendo una presión constante sin variación durante al menos 4 horas.
  - Prueba global de estanqueidad, también con presión estable durante un mínimo de 4 horas.

- Comprobaciones específicas para instalaciones de Agua Caliente Sanitaria (ACS):
  - Medición de caudal y temperatura en los puntos terminales.
  - Verificación de que se alcanza el caudal mínimo requerido a la temperatura establecida con varios puntos de consumo abiertos simultáneamente.
  - Tiempo que tarda el sistema en proporcionar agua a la temperatura deseada.
  - Comprobación de la temperatura a lo largo del recorrido de la red.
  - Con el acumulador en funcionamiento normal, medición de la temperatura del agua en su salida y en los distintos puntos de consumo.

- Verificación de aparatos sanitarios y grifería:
  - Identificación, ubicación y fijación de los elementos.
  - Revisión de la correcta nivelación, sujeción y conexión de los aparatos.
  - Ensayo de funcionamiento: se comprobará el correcto desempeño de grifos, cisternas y sistemas de evacuación.

- Ensayo global final:

Una vez finalizada la instalación, se procederá a una prueba completa de funcionamiento de 24 horas de duración, durante la cual se vigilará la estabilidad del sistema y la ausencia de fugas o deficiencias.

# ANEJO 14. ESTUDIO ECONÓMICO

# ÍNDICE

**1. Introducción ... 3**
**2. CRITERIOS DE EVALUACIÓN ... 3**
**2.1. Valor Actual Neto (VAN) ... 3**
**2.2. Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) ... 4**
**2.3. Relación Beneficio/Inversión (B/I) ... 5**
**2.4. Plazo de recuperación o Payback ... 5**
**3. Vida útil del proyecto ... 5**
**4. Evaluación financiera ... 6**
**4.1. Valor del proyecto ... 6**
**4.2. Pagos ... 6**
4.2.1. Pagos ordinarios ... 6
4.2.2. Pagos extraordinarios ... 9
**5. Cobros ... 9**
**5.1. Cobros ordinarios ... 9**
**5.2. Cobros extraordinarios ... 10**
**6. Evaluación económica ... 10**
**6.1. Tasas anuales ... 10**
**7. Supuestos ... 12**
**7.1. Financiación propia ... 12**
**7.2. Financiación ajena ... 16**
**8. Resumen de supuestos ... 21**
**9. Conclusiones ... 21**

# 1. Introducción

En este anejo se procederá a evaluar la viabilidad económica de la inversión necesaria para la construcción y puesta en funcionamiento de una industria dedicada a la elaboración de bombones de chocolate, ubicada en Villadangos del Páramo (León).

Para ello, será fundamental determinar con precisión la inversión disponible, así como identificar y analizar los costes e ingresos que se generarán a lo largo del proyecto.

Con el objetivo de definir correctamente dicha inversión, se emplearán tres parámetros esenciales, que se detallan a continuación:

- Pago de la inversión (K): hace referencia al importe económico que el inversor deberá aportar inicialmente para que el proyecto pueda comenzar a operar.
- Vida útil del proyecto (n): corresponde al período estimado, medido en años, durante el cual se espera que la inversión continúe generando rendimientos económicos.
- Flujos de caja (Ri): representan el resultado anual de restar los pagos (ordinarios o extraordinarios) a los cobros, es decir, la diferencia entre los ingresos obtenidos y los gastos asumidos en cada ejercicio de la vida útil del proyecto.

# 2. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

## 2.1. Valor Actual Neto (VAN)

El Valor Actual Neto (VAN) es un indicador financiero fundamental que permite evaluar la rentabilidad de una inversión. Consiste en calcular el valor presente de los flujos de caja futuros esperados, descontados a una tasa que representa el coste de oportunidad del capital. En términos prácticos, el VAN refleja el beneficio neto que generará el proyecto en valor presente.

Un proyecto se considera económicamente viable si el VAN es igual o superior a cero. Esto significa que, al menos, recupera la inversión inicial y genera valor adicional. En cambio, si el VAN resulta negativo, indica que los ingresos proyectados no cubren los costes, y por tanto, la inversión no sería aconsejable.

Uno de los retos más significativos de este método reside en la elección de la tasa de descuento adecuada, ya que esta influye directamente en la valoración de los flujos futuros y, por ende, en la decisión de inversión.

La fórmula para el cálculo del VAN se expresa así:

$$VAN = \sum_{t=1}^{n} \frac{F_t}{(1+k)^t} - I_0$$

Donde:

- Ft: flujos de caja en cada periodo t

- K: tipo de interés

- n: número de períodos considerado

- $I_0$: inversión inicial

## 2.2. Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)

La Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) es una herramienta clave en la evaluación económica de inversiones, ya que permite estimar la rentabilidad relativa de un proyecto. Se define como la tasa de descuento que hace que el Valor Actual Neto (VAN) del proyecto sea igual a cero. Es decir, representa el tipo de interés máximo al que puede financiarse la inversión sin incurrir en pérdidas, y su resultado se expresa en forma de porcentaje.

Este criterio resulta especialmente útil para valorar la viabilidad de una inversión de forma intuitiva, ya que cuanto mayor sea la TIR, mayor será el retorno esperado del proyecto. La TIR se calcula a partir de los flujos de caja netos esperados y del desembolso inicial de la inversión, proporcionando una medida clara del rendimiento económico.

Sin embargo, a pesar de su utilidad, presenta ciertas limitaciones cuando se emplea para comparar varios proyectos con diferentes magnitudes o duraciones. En estos casos, puede ofrecer resultados engañosos si no se analizan también otros indicadores complementarios como el VAN.

En síntesis, la TIR indica el porcentaje de beneficio potencial de una inversión, siempre que los flujos de caja se comporten como se ha proyectado.

$$K = \sum_{t=1}^{n} \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} - I = 0$$

Donde:

· K: inversión inicial

· n: número de periodos

· Ft: flujos de caja en el periodo t

· I: valor de la inversión inicial

### 2.3. Relación Beneficio/Inversión (B/I)

La Relación Beneficio/Inversión (B/I) es un indicador económico que permite valorar la eficiencia de una inversión en términos relativos. Se calcula como el cociente entre el Valor Actual Neto (VAN) generado por el proyecto y el desembolso total inicial necesario para su puesta en marcha. En otras palabras, este índice refleja la rentabilidad obtenida por cada unidad monetaria invertida.

Una relación B/I superior a 1 indica que el proyecto genera un beneficio neto positivo, siendo más atractiva la inversión cuanto mayor sea este valor. Este parámetro resulta especialmente útil cuando se deben priorizar distintas alternativas de inversión con presupuestos limitados.

La fórmula para su cálculo es la siguiente:

$$Q = \frac{\text{VAN}}{\text{K}}$$

### 2.4. Plazo de recuperación o Payback

El plazo de recuperación, también conocido como payback, es un indicador que permite estimar el tiempo necesario para recuperar la inversión inicial realizada en un proyecto. Representa el período en el cual los flujos netos de caja acumulados igualan el monto invertido, marcando así el momento en que el proyecto deja de ser un gasto y comienza a generar beneficios netos.

Este criterio resulta especialmente útil en la toma de decisiones cuando se busca minimizar el riesgo financiero o cuando la liquidez es un factor clave. Para calcularlo, se acumulan los flujos de caja anuales hasta que su suma iguale el capital desembolsado inicialmente.

## 3. Vida útil del proyecto

La vida útil de un proyecto hace referencia al periodo de tiempo durante el cual los activos empleados mantienen su capacidad funcional para generar rentabilidad. Es el intervalo en el que la infraestructura, la maquinaria y los equipos permiten el desarrollo normal de la actividad industrial para la que fueron concebidos.

En todo proceso productivo, los activos fijos sufren un desgaste progresivo derivado de su uso, lo que limita su operatividad con el paso del tiempo. La duración de esta vida útil puede variar considerablemente en función del tipo de activo, su mantenimiento, el grado de uso y la tecnología aplicada.

En el caso de este proyecto, se ha determinado una vida útil de 30 años, periodo durante el cual la industria estará plenamente operativa, conforme al plan de inversión propuesto. A lo largo de estos 30 años, se espera que la instalación mantenga su productividad y rentabilidad, generando beneficios sostenidos en el tiempo.

# 4. Evaluación financiera

## 4.1. Valor del proyecto

A continuación, se presenta el presupuesto del proyecto destinado a la construcción y puesta en marcha de la industria de bombones:

*Tabla 1: Valor del proyecto*

| CONCEPTO | IMPORTE (€) |
|---|---|
| **Presupuesto de ejecución material** | 646.269,59 |
| **13% gastos generales** | 84.015,05 |
| **6% beneficio industrial** | 38.776,18 |
| **Maquinaria** | 270.995,02 |
| **HONORARIOS** | |
| **Redacción Proyecto 2,00 % s/ P.E.M.+ maquinaria sin IVA .** | 18.345,29 |
| **Dirección de Obra 2,00 % s/ P.E.M. + maquinaria sin IVA** | 18.345,29 |
| **Redacción del Estudio de Seguridad y Salud ..... 1,00% s/ P.E.M** | 6.462,70 |
| **Coordinación del Estudio de Seguridad y Salud .... 1,00% s/ P.E.M.** | 6.462,70 |
| **TOTAL (IVA no incluido)** | 1.089.671,82 |

## 4.2. Pagos

### 4.2.1. Pagos ordinarios

Son los pagos necesarios para que el funcionamiento de la industria se lleve a cabo con normalidad.

- **Personal y mano de obra**

A continuación, se detalla el salario correspondiente a cada perfil profesional:

*Tabla 2. Salario de los trabajadores.*

| PUESTO | Nº DE TRABAJADORES | SUELDO (€) | TOTAL (€) |
|---|---|---|---|
| Director general | 1 | 4200 | 50400 |
| Jefe de producción e I+D | 1 | 4137 | 49644 |
| Jefe de calidad | 1 | 4137 | 49644 |
| Jefe de mantenimiento | 1 | 4137 | 49644 |
| Técnico de laboratorio | 2 | 2151,8 | 51643,2 |
| Operarios de fábrica | 10 | 1820 | 218400 |
| Carretilleros | 2 | 1820 | 43680 |
| Total | | | 513055,2 |

- **Materia prima**

En la siguiente tabla se detalla el precio y cantidad de cada materia prima:

*Tabla 3: Coste de materia prima*

| *MATERIA PRIMA* | *CANTIDAD ANUAL (kg)* | *PRECIO (€/kg)* | *COSTE ANUAL (€)* | *COSTE ANUAL+10% (€)* |
|---|---|---|---|---|
| *Pasta de cacao* | 135.840 | 8,31 | 1.128.830,4 | 1.241.713,44 |
| *Azúcar* | 156.630 | 0,89 | 139.400,7 | 153.340,77 |
| *Manteca de cacao* | 109.735,2 | 15,61 | 1.712.966,472 | 1.884.263,12 |
| *Leche en polvo* | 85.590 | 2,32 | 198.568,8 | 218.425,68 |
| *Lecitina de soja* | 402 | 1,88 | 755,76 | 831,34 |
| *Aroma de vainilla* | 402 | 12,43 | 4.996,86 | 5.496,55 |
| *Sal* | 1.002 | 0,47 | 470,94 | 518,03 |
| *Mantequilla* | 21.000 | 4,91 | 103.110 | 113.421 |
| *Pasta de avellanas* | 30.000 | 10,32 | 309.600 | 340.560 |
| *Azúcar glas* | 45.000 | 1,02 | 45.900 | 50.490 |
| *Glucosa líquida* | 22.440 | 2,03 | 45.553,2 | 50.108,52 |
| *Aceite de girasol* | 5.400 | 1,98 | 10.692 | 11.761,20 |
| *Chile en polvo* | 600 | 3,65 | 2.190 | 2.409 |
| *Zumo de limón* | 12.000 | 2,77 | 33.240 | 36.564 |
| *Puré de frutos rojos* | 30.000 | 1,55 | 46.500 | 51.150 |
| *E1422* | 3.000 | 15,72 | 47.160 | 51.876 |
| *Leche condensada en polvo* | 36.000 | 3,01 | 108.360 | 119.196 |
| | | | *Total* | 4.332.124,65 |

- **Material auxiliar**

En la siguiente tabla se detalla el precio y cantidad del material auxiliar:

*Tabla 4: Coste de material auxiliar*

| *MATERIA PRIMA* | *CANTIDAD ANUAL (ud)* | *PRECIO (€/ud)* | *COSTE ANUAL (€)* |
|---|---|---|---|
| *Caja 12 ud* | 3.100.000 | 0,1 | 310.000 |
| *Caja 6 ud* | 2.050.000 | 0,08 | 164.000 |
| *Bobina vitolas 20 kg* | 1.030 | 74,32 | 76.550 |
| *TOTAL* | | | 550.550 |

- **Mantenimiento de equipos**

Para calcular el coste de mantenimiento y conservación de los equipos y maquinarias del proceso, se aplica un porcentaje del 2 % sobre su coste total. El precio total de la maquinaria asciende a 270.995,02 €.

Por lo que el total de mantenimiento de máquinas y equipos asciende a 5.419,9 €.

- **Mantenimiento de instalaciones**

Para calcular el coste anual de mantenimiento y conservación de las instalaciones del proceso productivo, se considera su coste total, que asciende a 35.458,07 €.

Aplicando un porcentaje del 1 %, el gasto anual estimado en mantenimiento es de 354,58 €.

- **Consumo de agua**

Para estimar el consumo de agua en la industria, se consideran tanto los litros empleados en la elaboración de las recetas como el uso asociado a sanitarios, limpieza y fregaderos industriales. Anualmente, la planta consume 400 m³ para producción y 1.000 m³ para otros usos, lo que suma un total de 1.400 m³. Con un precio de suministro en Villadangos del Páramo (León) de 1,52 €/m³, el coste anual asciende a 2.128 €.

- **Consumo eléctrico**

Para estimar el coste total de la energía consumida por la industria, se consideran dos componentes principales reflejados en la factura eléctrica: el término de potencia (peaje) y el término de energía (consumo real). La potencia anual consumida por la industria es de 177,27 kW, calculada en detalle en el Anejo 6.2.3 “Instalación eléctrica”. Sin embargo, dado que las máquinas no operan durante las 16 horas completas, se aplica un coeficiente de reducción del 0,8 para ajustar el consumo a un uso estándar. De este modo, la potencia contratada se estima en 141,81 kW.

Entonces, el gasto anual es de:

141,81 kW x 16 h/día x 250 días/año = 567.240 kWh/año

Coste de peaje por consumo de energía eléctrica: 0.019313 €/kW

Coste de consumo de kWh: 0.09824 €/kWh

Por lo que:

Peaje de acceso= 0.019313 €/kWh x 567.240 kWh/año= 10.955,10 €/año

Consumo de kWh: 0.09824 €/kWh x 567.240 kWh/año= 55.725,65 €/año

En resumen, el coste total del consumo eléctrico es de 66.680,75 € anuales.

- **Teléfono e internet**

La industria contará con una tarifa de teléfono e internet de 35 €/mes, lo que supone un coste anual de 420 € anuales.

- **Seguros**

Se calculan unos gastos por contratación de seguros de unos 6.000 € al año.

- **Transporte**

El transporte de materias primas es gestionado por la empresa suministradora, sin coste adicional para la industria. En cambio, el transporte del producto final y la recogida de residuos corren a cargo de la empresa, que contrata este servicio a una empresa externa por un coste fijo anual de 150.000 €.

- **Resumen de pagos ordinarios**

*Tabla 5: Resumen de pagos ordinarios*

| CONCEPTO | IMPORTE (€) |
|---|---|
| **Personal y mano de obra** | 513.055,2 |
| **Materia prima** | 4.332.124,65 |
| **Material auxiliar** | 550.550 |
| **Mantenimiento de equipos** | 5.419,9 |
| **Mantenimiento de instalaciones** | 354,58 |
| **Consumo de agua** | 2.128 |
| **Consumo eléctrico** | 66.680,75 |
| **Teléfono e Internet** | 420 |
| **Seguros** | 6.000 |
| **Transporte** | 150.000 |
| **Total** | **5.626.733,08** |

### 4.2.2. Pagos extraordinarios

Los pagos extraordinarios corresponden a la renovación de maquinaria obsoleta, considerando una vida útil de 15 años. Se prevé su sustitución cada 15 años, estimando un coste del 75 % del valor inicial. Dado que la maquinaria tiene un valor de 270.995,02 €, el gasto estimado en cada renovación asciende a 203.246,27 €.

## 5. Cobros

### 5.1. Cobros ordinarios

Serán aquellos que la empresa va a ingresar por las ventas de productos terminados.

A continuación, se presenta una tabla con las ventas de producto terminado:

*Tabla 6: Cobros ordinarios*

| CONCEPTO | CANTIDAD ANUAL (ud) | PRECIO (€/ud) | COBRO ANUAL (€) |
|---|---|---|---|
| **Caja 12 ud** | 3.100.000 | 1,45 | 4.495.000 |
| **Caja 6 ud** | 2.050.000 | 0,85 | 1.742.500 |
| **TOTAL** | | | 6.237.500 |

### 5.2. Cobros extraordinarios

Los cobros extraordinarios hacen referencia a los ingresos obtenidos por la venta de la maquinaria al finalizar su vida útil. Tal y como se ha indicado, esta vida útil se estima en 15 años, y su valor residual se calcula en un 10 % del valor de adquisición.

Sabiendo que el valor inicial de la maquinaria es de 270.955,02 €, el cobro por su venta al cabo de 15 años asciende a 27.095,50 €.

## 6. Evaluación económica

Para llevar a cabo la evaluación económica de la industria y determinar su rentabilidad, se empleará como base de cálculo el programa VALPROIN. En este anejo se contemplan dos escenarios diferenciados con el objetivo de analizar el comportamiento económico de la empresa en cada uno:

- Financiación propia

Se considera financiación propia aquella en la que el empresario aporta todos los recursos necesarios para llevar a cabo la inversión, utilizando su capital personal.

- Financiación ajena

La financiación ajena consiste en que la empresa obtiene los recursos económicos de fuentes externas, como pueden ser entidades bancarias, proveedores, accionistas u otros terceros. Este tipo de financiación permite cubrir parte de la inversión sin comprometer todo el capital propio. En este caso, se contempla financiar el 40 % del total de la inversión, con un préstamo a devolver en un plazo de 10 años y un tipo de interés del 5 %.

### 6.1. Tasas anuales

- **Tasa de inflación**

A partir de los datos publicados por el Instituto Nacional de Estadística (INE), se han recopilado los Índices de Precios al Consumo (IPC) correspondientes a los últimos diez años, los cuales reflejan la evolución de la inflación durante ese periodo.

En la siguiente tabla se muestra la inflación media anual, la cual es el promedio de los 12 meses de cada año:

*Tabla 7: Porcentaje de variación del IPC.*

| AÑO | 2024 | 2023 | 2022 | 2021 | 2020 | 2019 | 2018 | 2017 | 2016 | 2015 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Índice general** | 2,78% | 3,56% | 8,40% | 3,09% | -0,32% | 0,70% | 1,67% | 1,96% | -0,20% | -0,50% |

Con estos datos, podemos saber que la media de los últimos 10 años es de 2,11 %.

- **Incremento de cobros y pagos**

A partir del análisis de la evolución histórica de los precios del INE, se establece un índice de actualización de cobros del 3,05 % y un índice de actualización de pagos del 3,47 %.

Estos porcentajes reflejan la previsión de crecimiento anual tanto de los ingresos como de los gastos asociados al proyecto, teniendo en cuenta la variabilidad de los precios en el entorno económico actual. Su aplicación permitirá realizar una estimación más realista y ajustada del comportamiento financiero de la industria a lo largo de su vida útil.

- **Tasa de actualización**

Se va a considerar una tasa de actualización del 7%.

- **Variaciones de pagos, flujos y vida del proyecto**

Para el análisis de sensibilidad del proyecto, se contemplarán variaciones en tres factores clave: el pago de la inversión, los flujos de caja y la vida útil del proyecto. Estos elementos son determinantes para evaluar cómo afectan posibles cambios en las condiciones económicas o técnicas a la rentabilidad de la inversión.

- Pago de la inversión: Se contempla una posible variación del ±10 %, debido a cambios en los costes de maquinaria o materiales.
- Flujos de caja: Se estima un margen de ±10 %, teniendo en cuenta posibles desviaciones en ventas o precios de mercado.
- Vida útil del proyecto: Se establece en 30 años como valor base, considerándose adecuada para evaluar su viabilidad a largo plazo.

Este análisis permite valorar el impacto de posibles escenarios sobre la rentabilidad del proyecto.

# 7. Supuestos

## 7.1. Financiación propia

En este supuesto, el 100 % del importe de la inversión, excluido el IVA, es asumido íntegramente por el promotor, sin recurrir a financiación externa ni a subvenciones públicas o privadas.

*Tabla 8: Estructura de los flujos de caja para financiación propia (en euros)*

**PROYECTO DE INDUSTRIA DE BOMBONES DE CHOCOLATE EN VILLADANGOS DEL PÁRAMO**

**Estructura de los flujos de caja (*en unidades monetarias corrientes)***

| Año | COBROS | | PAGOS (Incluida inversión) | | FLUJOS | | INCREMENTO DE FLUJO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ordinarios | Extraordin. | Ordinarios | Extraordin. | Final | Inicial | |
| 0 | | | | 1.089.671,82 | | | |
| 1 | 4.504.223,50 | | 5.818.604,68 | | -1.314.381,18 | | -1.314.381,18 |
| 2 | 5.310.350,81 | | 6.017.019,10 | | -706.668,28 | | -706.668,28 |
| 3 | 6.162.927,64 | | 6.222.199,45 | | -59.271,81 | | -59.271,81 |
| 4 | 7.064.084,61 | | 6.434.376,45 | | 629.708,16 | | 629.708,16 |
| 5 | 7.287.309,69 | | 6.653.788,69 | | 633.521,00 | | 633.521,00 |
| 6 | 7.517.588,67 | | 6.880.682,88 | | 636.905,79 | | 636.905,79 |
| 7 | 7.755.144,47 | | 7.115.314,17 | | 639.830,31 | | 639.830,31 |
| 8 | 8.000.207,04 | | 7.357.946,38 | | 642.260,66 | | 642.260,66 |
| 9 | 8.253.013,58 | | 7.608.852,35 | | 644.161,23 | | 644.161,23 |
| 10 | 8.513.808,81 | | 7.868.314,22 | | 645.494,59 | | 645.494,59 |
| 11 | 8.782.845,17 | | 8.136.623,73 | | 646.221,44 | | 646.221,44 |
| 12 | 9.060.383,08 | | 8.414.082,60 | | 646.300,48 | | 646.300,48 |
| 13 | 9.346.691,18 | | 8.701.002,82 | | 645.688,36 | | 645.688,36 |
| 14 | 9.642.046,62 | | 8.997.707,01 | | 644.339,61 | | 644.339,61 |
| 15 | 9.946.735,30 | 43.208,30 | 9.304.528,82 | 336.093,92 | 349.320,85 | | 349.320,85 |
| 16 | 10.261.052,13 | | 9.621.813,26 | | 639.238,88 | | 639.238,88 |
| 17 | 10.585.301,38 | | 9.949.917,09 | | 635.384,29 | | 635.384,29 |
| 18 | 10.919.796,90 | | 10.289.209,26 | | 630.587,64 | | 630.587,64 |
| 19 | 11.264.862,49 | | 10.640.071,30 | | 624.791,19 | | 624.791,19 |
| 20 | 11.620.832,14 | | 11.002.897,73 | | 617.934,41 | | 617.934,41 |
| 21 | 11.988.050,44 | | 11.378.096,54 | | 609.953,89 | | 609.953,89 |
| 22 | 12.366.872,83 | | 11.766.089,63 | | 600.783,20 | | 600.783,20 |
| 23 | 12.757.666,01 | | 12.167.313,29 | | 590.352,72 | | 590.352,72 |
| 24 | 13.160.808,26 | | 12.582.218,67 | | 578.589,58 | | 578.589,58 |
| 25 | 13.576.689,80 | | 13.011.272,33 | | 565.417,47 | | 565.417,47 |
| 26 | 14.005.713,20 | | 13.454.956,72 | | 550.756,48 | | 550.756,48 |
| 27 | 14.448.293,73 | | 13.913.770,74 | | 534.522,99 | | 534.522,99 |
| 28 | 14.904.859,81 | | 14.388.230,32 | | 516.629,49 | | 516.629,49 |
| 29 | 15.375.853,38 | | 14.878.868,98 | | 496.984,41 | | 496.984,41 |
| 30 | 15.861.730,35 | | 15.386.238,41 | | 475.491,94 | | 475.491,94 |

A continuación, se representa gráficamente la evolución de los flujos de caja generados por el proyecto a lo largo de los distintos años de su vida útil:

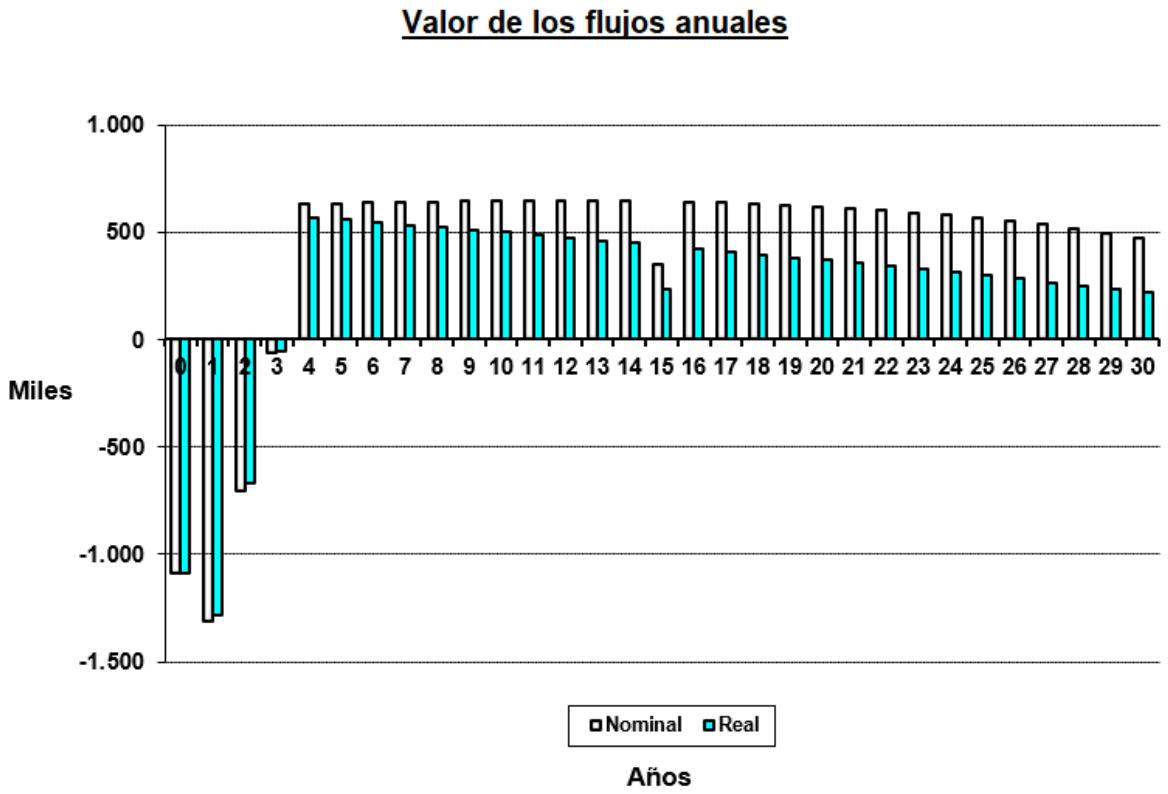



*Gráfico 1: Valor de flujos anuales para financiación propia*

Como se puede ver en el gráfico, empresa tendrá pérdidas hasta el tercer año de funcionamiento. Además, se registra un impacto negativo en el año 15, coincidiendo con la renovación de la maquinaria, lo que genera un desembolso extraordinario.

*Tabla 9: Indicadores de rentabilidad del proyecto con financiación propia.*

## Indicadores de rentabilidad

**Tasa Interna de Rendimiento (TIR) (%) .....** 11,48

| Tasa de actualización (%) | Valor actual neto (VAN) | Tiempo de recuperación (años) | Relación Benefic. Invers. (VAN/Inv.) |
|---|---|---|---|
| 0,50 | 7.601.408,37 | 9 | 6,98 |
| 1,00 | 6.855.428,50 | 9 | 6,29 |
| 1,50 | 6.179.303,97 | 10 | 5,67 |
| 2,00 | 5.565.495,79 | 10 | 5,11 |
| 2,50 | 5.007.364,25 | 10 | 4,60 |
| 3,00 | 4.499.053,43 | 10 | 4,13 |
| 3,50 | 4.035.391,54 | 10 | 3,70 |
| 4,00 | 3.611.804,62 | 11 | 3,31 |
| 4,50 | 3.224.241,81 | 11 | 2,96 |
| 5,00 | 2.869.110,55 | 11 | 2,63 |
| 5,50 | 2.543.220,34 | 11 | 2,33 |
| 6,00 | 2.243.733,81 | 12 | 2,06 |
| 6,50 | 1.968.124,16 | 12 | 1,81 |
| 7,00 | 1.714.138,09 | 13 | 1,57 |
| 7,50 | 1.479.763,40 | 13 | 1,36 |

| Tasa de actualización (%) | Valor actual neto (VAN) | Tiempo de recuperación (años) | Relación Benefic. Invers. (VAN/Inv.) |
|---|---|---|---|
| 8,00 | 1.263.200,80 | 14 | 1,16 |
| 8,50 | 1.062.839,15 | 14 | 0,98 |
| 9,00 | 877.233,85 | 15 | 0,81 |
| 9,50 | 705.087,88 | 16 | 0,65 |
| 10,00 | 545.235,14 | 17 | 0,50 |
| 10,50 | 396.625,88 | 18 | 0,36 |
| 11,00 | 258.313,78 | 20 | 0,24 |
| 11,50 | 129.444,69 | 23 | 0,12 |
| 12,00 | 9.246,61 | 29 | 0,01 |
| 12,50 | -102.979,11 | -- | -0,09 |
| 13,00 | -207.865,53 | -- | -0,19 |
| 13,50 | -305.987,07 | -- | -0,28 |
| 14,00 | -397.865,53 | -- | -0,37 |
| 14,50 | -483.975,55 | -- | -0,44 |
| 15,00 | -564.749,40 | -- | -0,52 |

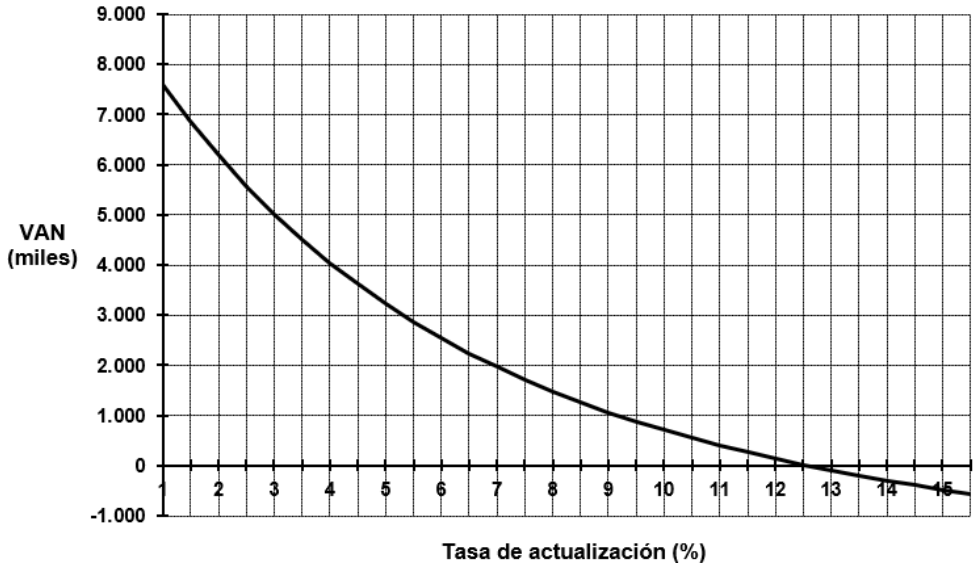



*Gráfico 2: Relación entre el VAN y la tasa de actualización al realizar el proyecto con financiación propia.*

Por tanto, según los datos reflejados en la tabla anterior, en el supuesto 1, aplicando una tasa de actualización del 7 %, la inversión se recuperaría en el año 13.

A continuación, se presenta el árbol de sensibilidad, en el que se analizan las variaciones del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) en función de los cambios propuestos en la inversión inicial, los flujos de caja y la reducción de la vida útil del proyecto.

**Análisis de sensibilidad**

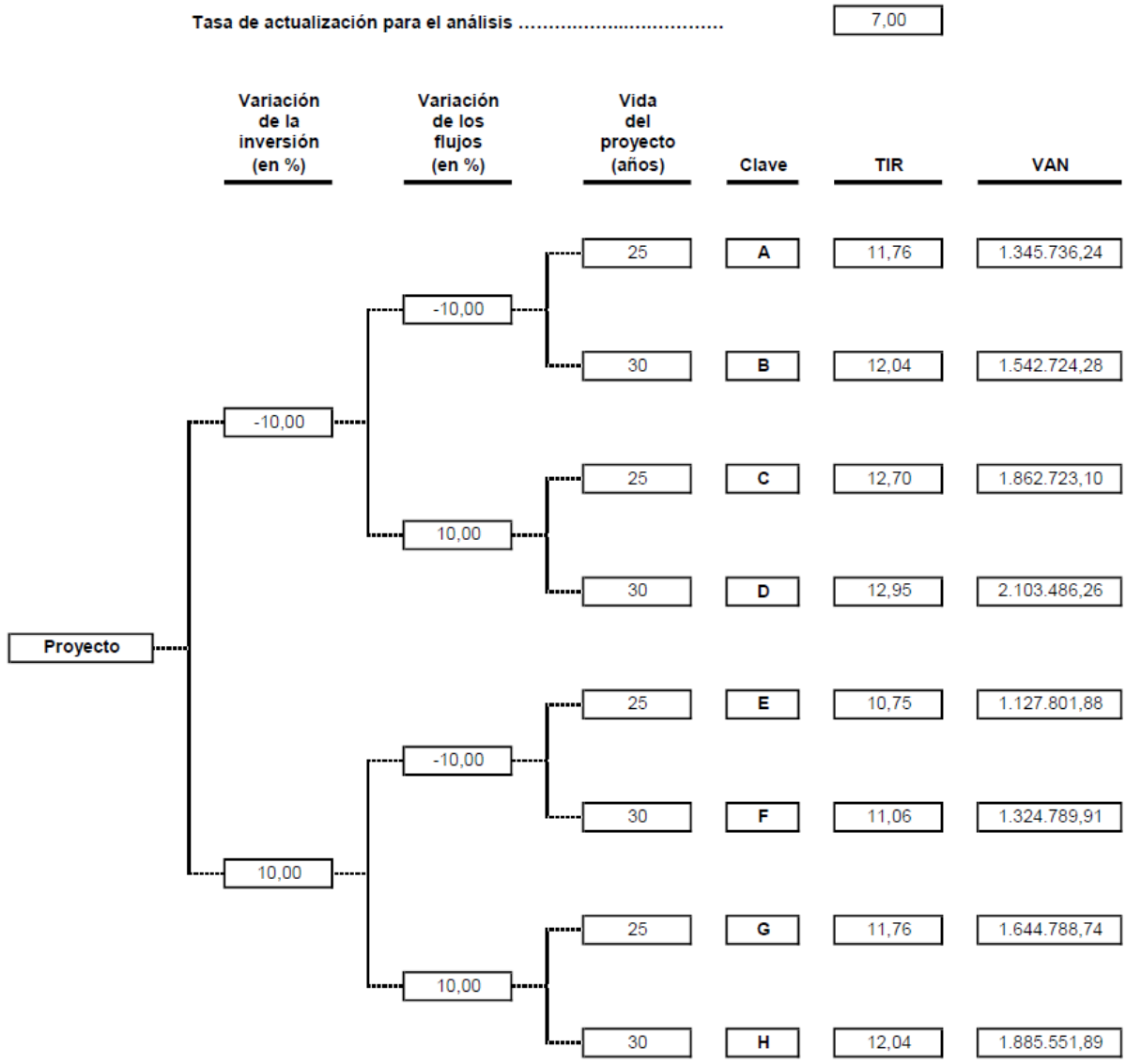


*Tabla 11: análisis de sensibilidad para financiación propia*

| Clave | TIR |
|---|---|
| D | 12,95 |
| C | 12,70 |
| B | 12,04 |
| B | 12,04 |
| A | 11,76 |
| A | 11,76 |
| F | 11,06 |
| E | 10,75 |

| Clave | VAN |
|---|---|
| D | 2.103.486,26 |
| H | 1.885.551,89 |
| C | 1.862.723,10 |
| G | 1.644.788,74 |
| B | 1.542.724,28 |
| A | 1.345.736,24 |
| F | 1.324.789,91 |
| E | 1.127.801,88 |

Según los resultados obtenidos, el proyecto resulta viable, ya que el Valor Actual Neto (VAN) se mantiene positivo en todas las combinaciones analizadas.

A partir de las tablas analizadas, se confirma que el proyecto es claramente viable, dado que en todos los casos el TIR supera ampliamente el 7 % establecido como tasa de actualización para el análisis.

El escenario más favorable corresponde a la clave D, que presenta un TIR del 12,95 % y un VAN de 2.103.486,26 €, lo que indica una rentabilidad destacada.

Por otro lado, el escenario menos favorable es el representado por la clave E, con un TIR del 10,75 % y un VAN de 1.127.801,88 €. A pesar de ser el valor más bajo, este resultado sigue indicando una viabilidad económica sólida.

## 7.2. Financiación ajena

Este tipo de financiación se refiere a los recursos económicos que la empresa obtiene de fuentes externas, como entidades bancarias, proveedores, clientes o incluso socios inversores. En este caso concreto, se contempla la financiación del 40 % del total de la inversión mediante un préstamo, con un plazo de amortización de 10 años y un tipo de interés anual del 4 %.

Los flujos de caja representan la diferencia entre los cobros y pagos generados a lo largo de la vida útil del proyecto, que en este caso se estima en 30 años. A continuación, se presenta una tabla que refleja la estructura detallada de dichos flujos de caja correspondientes a este proyecto:

*Tabla 12: Estructura de los flujos de caja para financiación ajena (en euros)*

**PROYECTO DE INDUSTRIA DE BOMBONES DE CHOCOLATE EN VILLADANGOS DEL PÁRAMO**

**Estructura de los flujos de caja (*en unidades monetarias corrientes)***

| Año | COBROS | | PAGOS (Incluida inversión) | | FLUJOS | | INCREMENTO DE FLUJO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ordinarios | Extraordin. | Ordinarios | Extraordin. | Final | Inicial | |
| 0 | | 435.868,73 | | 1.089.671,82 | | | |
| 1 | 4.504.223,50 | | 5.818.604,68 | 53.738,67 | -1.368.119,85 | | -1.368.119,85 |
| 2 | 5.310.350,81 | | 6.017.019,10 | 53.738,67 | -760.406,95 | | -760.406,95 |
| 3 | 6.162.927,64 | | 6.222.199,45 | 53.738,67 | -113.010,48 | | -113.010,48 |
| 4 | 7.064.084,61 | | 6.434.376,45 | 53.738,67 | 575.969,50 | | 575.969,50 |
| 5 | 7.287.309,69 | | 6.653.788,69 | 53.738,67 | 579.782,33 | | 579.782,33 |
| 6 | 7.517.588,67 | | 6.880.682,88 | 53.738,67 | 583.167,12 | | 583.167,12 |
| 7 | 7.755.144,47 | | 7.115.314,17 | 53.738,67 | 586.091,64 | | 586.091,64 |
| 8 | 8.000.207,04 | | 7.357.946,38 | 53.738,67 | 588.521,99 | | 588.521,99 |
| 9 | 8.253.013,58 | | 7.608.852,35 | 53.738,67 | 590.422,56 | | 590.422,56 |
| 10 | 8.513.808,81 | | 7.868.314,22 | 53.738,67 | 591.755,93 | | 591.755,93 |
| 11 | 8.782.845,17 | | 8.136.623,73 | | 646.221,44 | | 646.221,44 |
| 12 | 9.060.383,08 | | 8.414.082,60 | | 646.300,48 | | 646.300,48 |
| 13 | 9.346.691,18 | | 8.701.002,82 | | 645.688,36 | | 645.688,36 |
| 14 | 9.642.046,62 | | 8.997.707,01 | | 644.339,61 | | 644.339,61 |
| 15 | 9.946.735,30 | 43.208,30 | 9.304.528,82 | 336.093,92 | 349.320,85 | | 349.320,85 |
| 16 | 10.261.052,13 | | 9.621.813,26 | | 639.238,88 | | 639.238,88 |
| 17 | 10.585.301,38 | | 9.949.917,09 | | 635.384,29 | | 635.384,29 |
| 18 | 10.919.796,90 | | 10.289.209,26 | | 630.587,64 | | 630.587,64 |
| 19 | 11.264.862,49 | | 10.640.071,30 | | 624.791,19 | | 624.791,19 |
| 20 | 11.620.832,14 | | 11.002.897,73 | | 617.934,41 | | 617.934,41 |
| 21 | 11.988.050,44 | | 11.378.096,54 | | 609.953,89 | | 609.953,89 |
| 22 | 12.366.872,83 | | 11.766.089,63 | | 600.783,20 | | 600.783,20 |
| 23 | 12.757.666,01 | | 12.167.313,29 | | 590.352,72 | | 590.352,72 |
| 24 | 13.160.808,26 | | 12.582.218,67 | | 578.589,58 | | 578.589,58 |
| 25 | 13.576.689,80 | | 13.011.272,33 | | 565.417,47 | | 565.417,47 |
| 26 | 14.005.713,20 | | 13.454.956,72 | | 550.756,48 | | 550.756,48 |
| 27 | 14.448.293,73 | | 13.913.770,74 | | 534.522,99 | | 534.522,99 |
| 28 | 14.904.859,81 | | 14.388.230,32 | | 516.629,49 | | 516.629,49 |
| 29 | 15.375.853,38 | | 14.878.868,98 | | 496.984,41 | | 496.984,41 |
| 30 | 15.861.730,35 | | 15.386.238,41 | | 475.491,94 | | 475.491,94 |

En la siguiente gráfica se observa el valor de los flujos anuales de nuestro proyecto:

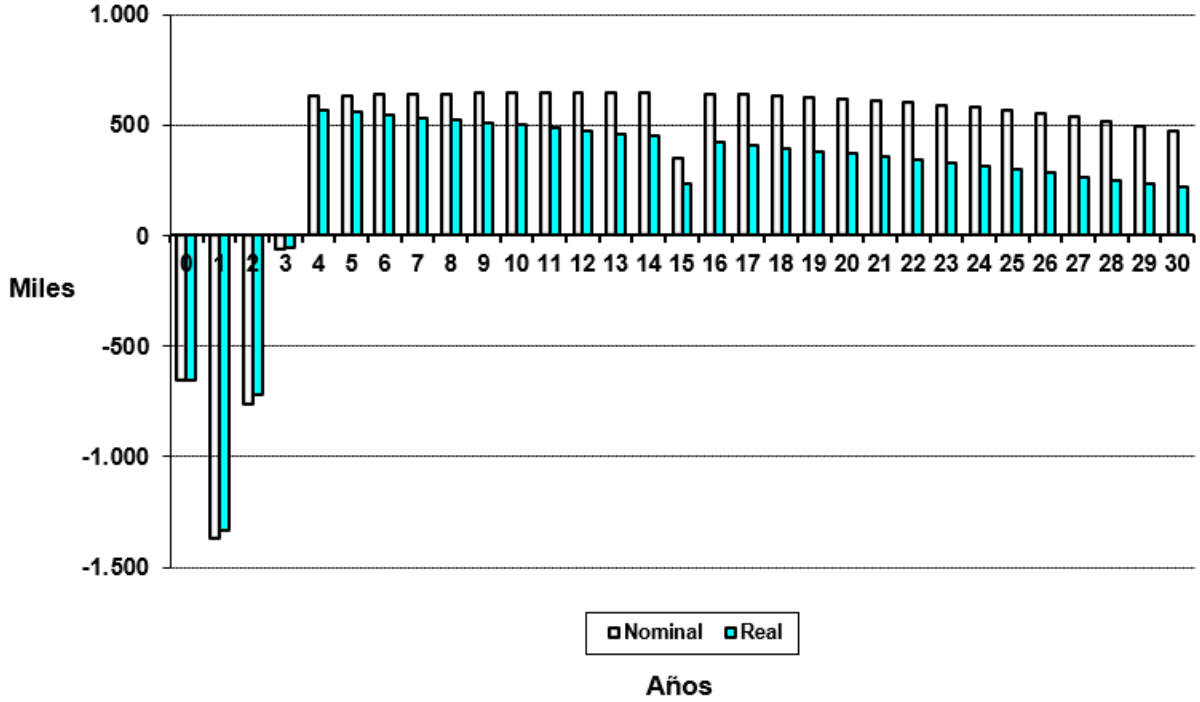



*Gráfico 3: Valor de flujos anuales para financiación ajena*

Tal como se aprecia en la gráfica, el proyecto presenta pérdidas en los 3 primeros años, reflejando el periodo inicial de amortización de la inversión. Sin embargo, a partir de ese punto, se observa una evolución positiva con una rentabilidad económica significativa. Cabe destacar una caída puntual en los ingresos durante el año 15, derivada de la inversión destinada a la renovación de maquinaria, contemplada dentro del ciclo de vida del proyecto.

*Tabla 13: Indicadores de rentabilidad del proyecto con financiación ajena.*

## Indicadores de rentabilidad

**Tasa Interna de Rendimiento (TIR) (%) .....** 12,25

| Tasa de actualización (%) | Valor actual neto (VAN) | Tiempo de recuperación (años) | Relación Benefic. Invers. (VAN/Inv.) |
|---|---|---|---|
| 0,50 | 7.569.869,12 | 9 | 11,58 |
| 1,00 | 6.835.947,26 | 9 | 10,46 |
| 1,50 | 6.171.423,35 | 10 | 9,44 |
| 2,00 | 5.568.779,59 | 10 | 8,52 |
| 2,50 | 5.021.396,31 | 10 | 7,68 |
| 3,00 | 4.523.436,58 | 10 | 6,92 |
| 3,50 | 4.069.746,63 | 10 | 6,22 |
| 4,00 | 3.655.769,54 | 11 | 5,59 |
| 4,50 | 3.277.470,63 | 11 | 5,01 |
| 5,00 | 2.931.272,70 | 11 | 4,48 |
| 5,50 | 2.613.999,81 | 11 | 4,00 |
| 6,00 | 2.322.828,40 | 12 | 3,55 |
| 6,50 | 2.055.244,79 | 12 | 3,14 |
| 7,00 | 1.809.008,15 | 12 | 2,77 |
| 7,50 | 1.582.118,13 | 13 | 2,42 |

| Tasa de actualización (%) | Valor actual neto (VAN) | Tiempo de recuperación (años) | Relación Benefic. Invers. (VAN/Inv.) |
|---|---|---|---|
| 8,00 | 1.372.786,69 | 13 | 2,10 |
| 8,50 | 1.179.413,40 | 13 | 1,80 |
| 9,00 | 1.000.563,83 | 14 | 1,53 |
| 9,50 | 834.950,63 | 15 | 1,28 |
| 10,00 | 681.416,95 | 16 | 1,04 |
| 10,50 | 538.921,78 | 17 | 0,82 |
| 11,00 | 406.527,16 | 18 | 0,62 |
| 11,50 | 283.386,91 | 19 | 0,43 |
| 12,00 | 168.736,60 | 21 | 0,26 |
| 12,50 | 61.884,81 | 25 | 0,09 |
| 13,00 | -37.794,64 | -- | -0,06 |
| 13,50 | -130.869,57 | -- | -0,20 |
| 14,00 | -217.855,55 | -- | -0,33 |
| 14,50 | -299.221,22 | -- | -0,46 |
| 15,00 | -375.393,14 | -- | -0,57 |

Tal como se muestra en la tabla, aplicando una tasa de actualización del 7 %, la inversión inicial se recupera en el año 12. En estas condiciones, el proyecto alcanza un Valor Actual Neto (VAN) de 1.809.008,15 €, así como una relación beneficio/inversión (B/I) de 2,77, lo que refleja una elevada rentabilidad.

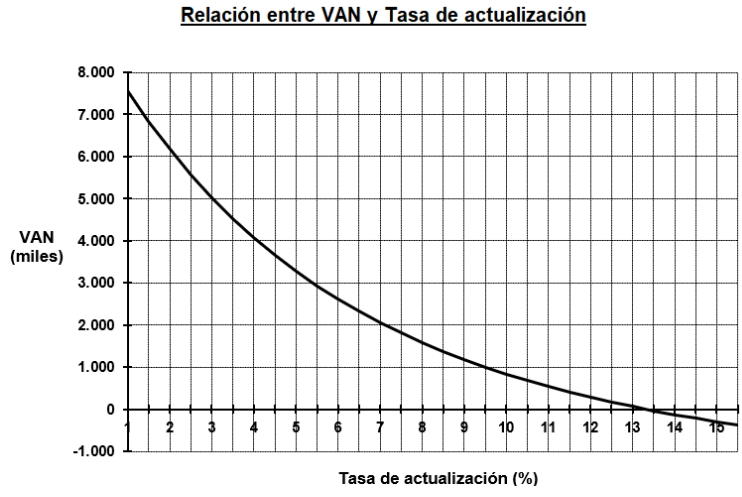



*Gráfico 4: Relación entre el VAN y la tasa de actualización al realizar el proyecto con financiación ajena.*

En el gráfico se presenta el árbol de análisis de sensibilidad, que muestra cómo varían los valores del TIR y el VAN al considerar las diferentes fluctuaciones en la inversión, la reducción de la vida útil del proyecto y las variaciones en los flujos de caja previamente establecidas:

## Análisis de sensibilidad

**Tasa de actualización para el análisis .....** 7,00

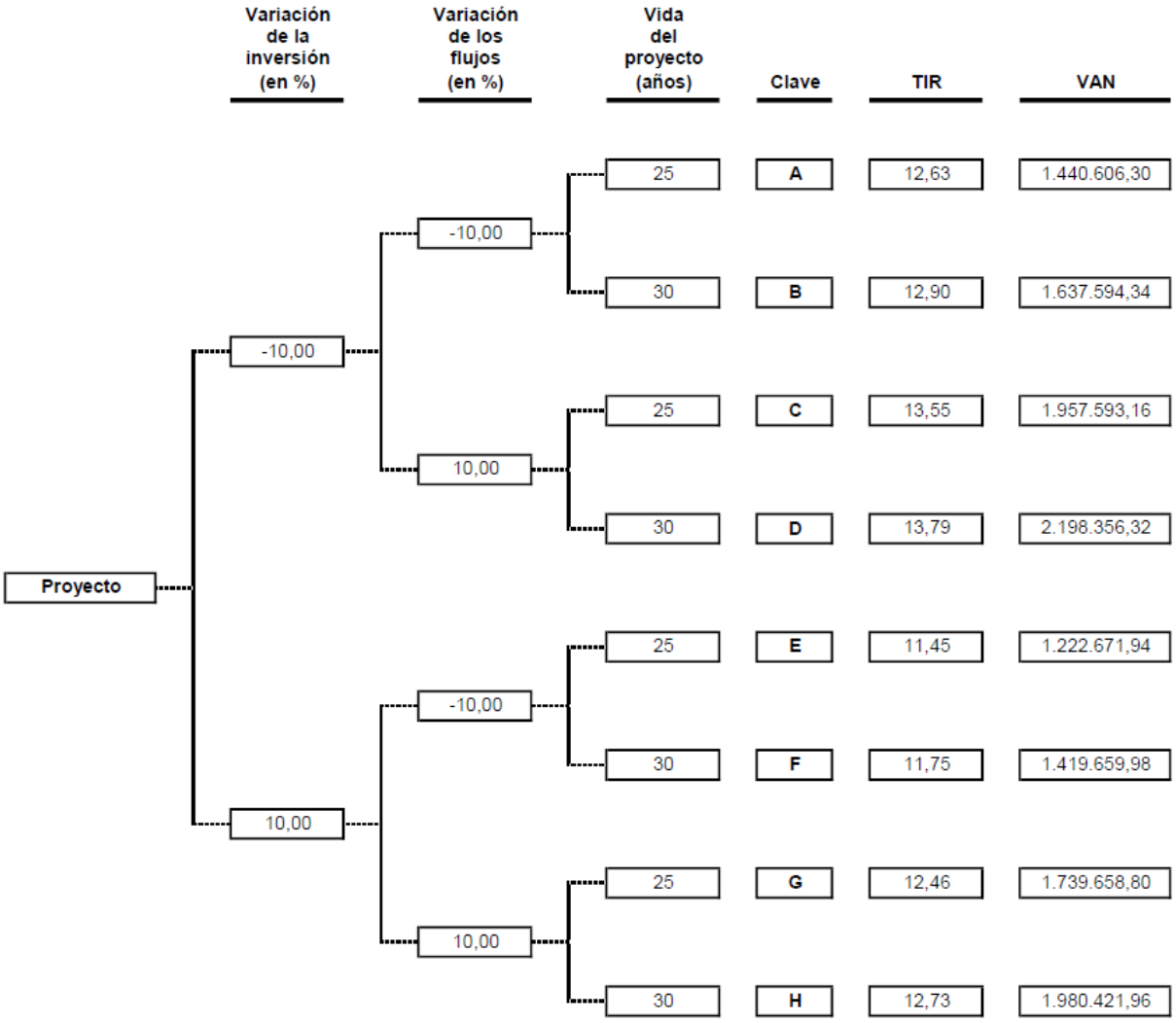


*Tabla 14: análisis de sensibilidad para financiación ajena*

| Clave | TIR |
|---|---|
| D | 13,79 |
| C | 13,55 |
| B | 12,90 |
| H | 12,73 |
| A | 12,63 |
| G | 12,46 |
| F | 11,75 |
| E | 11,45 |

| Clave | VAN |
|---|---|
| D | 2.198.356,32 |
| H | 1.980.421,96 |
| C | 1.957.593,16 |
| G | 1.739.658,80 |
| B | 1.637.594,34 |
| A | 1.440.606,30 |
| F | 1.419.659,98 |
| E | 1.222.671,94 |

A partir de estas tablas, queda claro que el proyecto es viable, ya que en todos los escenarios el TIR supera ampliamente la tasa de actualización del 7 % utilizada para el análisis.

El escenario más favorable corresponde a la clave D, con un TIR de 13,79 y un VAN de 2.198.356,32 €.

Por otro lado, el caso menos favorable es la clave E, que presenta un TIR de 11,45 y un VAN de 1.122.671,94 €, aunque sigue manteniendo la viabilidad del proyecto.

## 8. Resumen de supuestos

Al comparar ambos supuestos de financiación del proyecto, se obtienen los siguientes resultados que permiten evaluar su viabilidad y rentabilidad bajo distintas condiciones financieras:

*Tabla 15: Resumen de supuestos*

| SUPUESTO | TIR (%) | VAN (€) | TIEMPO DE RECUPERACIÓN | RELACIÓN BENEF/INVERSIÓN |
|---|---|---|---|---|
| **Financiación propia** | 11,48 | 1.714.138,09 | 13 | 1,57 |
| **Financiación ajena** | 12,25 | 1.809.008,15 | 12 | 2,77 |

## 9. Conclusiones

Tras evaluar ambos supuestos, se concluye que tanto la financiación propia como la ajena resultan viables, ya que en ambos casos el proyecto presenta un VAN positivo y un tiempo de recuperación de la inversión razonable (13 y 12 años, respectivamente).

No obstante, al comparar los indicadores financieros, la opción de financiación ajena se perfila como la más atractiva. Esta alternativa ofrece una TIR más elevada (12,25 % frente a 11,48 %), un VAN ligeramente superior (1.809.008,15 € frente a

1.714.138,09 €) y, especialmente, una relación beneficio/inversión más favorable (2,77 frente a 1,57). Además, el plazo de recuperación es un año menor.

En resumen, estos resultados muestran que, desde el punto de vista económico y financiero, la financiación ajena proporciona un mejor rendimiento para el proyecto.

# ANEJO 15. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

# ÍNDICE

**1. INTRODUCCIÓN ..... 3**
**2. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS ..... 3**
**COSTE DE LA MANO DE OBRA ..... 4**
**COSTE DE LA MAQUINARIA ..... 5**
**COSTE DE LOS MATERIALES ..... 6**
**PRECIOS DESCOMPUESTOS ..... 7**

# 1. INTRODUCCIÓN

Se redacta el presente Anejo con objeto de justificar el importe de los precios unitarios que figuran en el Cuadro de Precios Nº 1, que son los que han servido de base para el cálculo y determinación del presupuesto de la obra. Para ello se parte de los elementos que forman la unidad, dividiendo el estudio en los siguientes conceptos:

a. Coste horario de la mano de obra por categorías.

b. Coste horario de los equipos de maquinaria empleados.

c. Coste de los materiales a pie de obra.

d. Costes indirectos.

Con estos valores y teniendo en cuenta los rendimientos correspondientes de acuerdo con las características de cada unidad de obra, se determinan los precios unitarios para su aplicación en el presente proyecto.

# 2. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Se detallan a continuación la justificación de los precios tomados para la mano de obra, materiales y maquinaria, así como los precios auxiliares y descompuestos usados para la redacción del proyecto.

# COSTE DE LA MANO DE OBRA

# LISTADO DE MANO DE OBRA VALORADO (Pres)

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|
| MO.01 | 51,344 | h | Capataz | 21,48 | 1.102,87 |
| MO.02 | 2.718,811 | h | Oficial primera | 20,54 | 55.844,38 |
| MO.03 | 1.275,605 | h | Ayudante | 17,85 | 22.769,55 |
| MO.04 | 13,200 | h | Peón especializado | 18,86 | 248,95 |
| MO.05 | 2.089,775 | h | Peón ordinario | 18,55 | 38.765,32 |
| MO.06 | 975,243 | h | Cuadrilla tipo (1 Of. 1ª + 2 Peon esp.) | 58,26 | 56.817,64 |
| | | | **Grupo MO.** | | **175.548,71** |
| | | | **TOTAL** | | **175.548,71** |

# COSTE DE LA MAQUINARIA

# LISTADO DE MAQUINARIA VALORADO (Pres)

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|
| MAQ.01 | 80,534 | h | Bomb.horm.estacionaria 20 m3/h. | 160,43 | 12.920,05 |
| MAQ.03 | 33,428 | h | Hormigonera 200 l. gasolina | 2,31 | 77,22 |
| MAQ.04 | 21,310 | h | Pala carg.neumát. 85 CV/1,2m3 | 40,33 | 859,43 |
| MAQ.05 | 15,343 | h | Camión basculante 4x4 14 t. | 36,65 | 562,33 |
| MAQ.06 | 36,653 | h | Cisterna agua s/camión 10.000 l. | 28,80 | 1.055,61 |
| MAQ.07 | 21,310 | h | Pavim.enc.desliz.s/cad.300CV/12m | 358,14 | 7.631,96 |
| MAQ.08 | 8,524 | h | Motoniveladora de 135 CV | 46,65 | 397,64 |
| MAQ.09 | 15,343 | h | Motoniveladora de 200 CV | 58,27 | 894,05 |
| MAQ.10 | 23,867 | h | Rodillo vibr.autopr.mixto 15 t. | 32,80 | 782,84 |
| MAQ.11 | 1.645,050 | ud | Puntal telescópico/día hasta 3m. | 0,03 | 49,35 |
| MAQ.12 | 46,369 | h | Vibrador hormigón gasolina 75 mm | 16,60 | 769,73 |
| MAQ.13 | 31,788 | H. | Retroexcavadora cadenas 200 CV | 75,74 | 2.407,62 |
| MAQ.15 | 26,490 | H. | Camión dumper 3 ejes 10 M3 | 49,03 | 1.298,80 |
| MAQ.17 | 0,096 | H. | Camión bañera 40 Tm. | 46,83 | 4,50 |
| | | | **Grupo MAQ.....** | | **29.711,15** |
| | | | **TOTAL.....** | | **29.711,15** |

# COSTE DE LOS MATERIALES

# LISTADO DE MATERIALES VALORADO (Pres)

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|
| DFADSFASD | 22,443 | t | Cemento CEM II/B-P 32,5 N granel | 142,00 | 3.186,91 |
| | | | **Grupo DFA.....** | | **3.186,91** |
| MAT.08 | 206,000 | m | 10 Cu 0.6/1kV | 2,05 | 422,30 |
| MAT.09 | 13,000 | m | Tubería PP 70 mm. | 6,32 | 82,16 |
| MAT.100 | 44,700 | m | Tub.PVC sanitario Ø 90 mm. | 5,10 | 227,97 |
| MAT.101 | 38,000 | m | 35 Cu 0.6/1kV | 5,23 | 198,74 |
| MAT.102 | 26,600 | m | Tub.PVC sanitario Ø 63 mm. | 4,78 | 127,15 |
| MAT.103 | 722,859 | h | Equipos y elementos auxiliares para soldadura | 3,20 | 2.313,15 |
| MAT.104 | 463,690 | m³ | Hormigón HA-30 MPa. | 100,00 | 46.369,00 |
| MAT.105 | 0,734 | t | Arena de río 0/5 mm. | 8,52 | 6,26 |
| MAT.106 | 2,360 | m³ | Arena de miga cribada | 13,32 | 31,43 |
| MAT.107 | 1,469 | t | Gravilla 20/40 mm. | 7,73 | 11,35 |
| MAT.108 | 15,084 | m³ | Hormigón HA-25/B/40/X0 central | 85,00 | 1.282,14 |
| MAT.109 | 852,400 | m³ | Hormigón HM-20/B/40/X0 central | 83,00 | 70.749,20 |
| MAT.110 | 852,400 | m³ | Hormigon HF-3,5 para pavimentos | 93,00 | 79.273,20 |
| MAT.12 | 11,600 | m | Tubería PP 50 mm. | 5,12 | 59,39 |
| MAT.13 | 12,500 | m | Tub. PVC evacuación Ø110 mm. | 5,35 | 66,88 |
| MAT.14 | 30,000 | m | Tub.PVC sanitario Ø 200 mm. | 7,89 | 236,70 |
| MAT.15 | 75,000 | m | 6 Cu 0.6/1kV | 1,57 | 117,75 |
| MAT.16 | 45.178,700 | kg | Acero laminado S275JR | 0,96 | 43.371,55 |
| MAT.17 | 49,290 | m | Tubería PP 20 mm. | 1,89 | 93,16 |
| MAT.18 | 87,500 | m | Tub.PVC sanitario Ø 50 mm. | 1,15 | 100,63 |
| MAT.19 | 8,500 | m | Tubería PP 15 mm. | 1,66 | 14,11 |
| MAT.20 | 11,000 | u | BIE 25mm 20m Boca de incendios equipada | 354,63 | 3.900,93 |
| MAT.22 | 603,185 | m² | Tablero encofrar 22 mm. 4 p. | 2,41 | 1.453,68 |
| MAT.23 | 22,210 | m³ | Hormigón HL-150/B/20 fabricado en central | 56,30 | 1.250,42 |
| MAT.24 | 20.785,451 | kg | Acero corrugado B 500 S | 1,25 | 25.981,81 |
| MAT.25 | 15,900 | m | Tubería PP 40 mm. | 3,68 | 58,51 |
| MAT.26 | 2,000 | u | Acumulador agua caliente 80 l. | 740,00 | 1.480,00 |
| MAT.27 | 40,000 | u | Llave de paso 1/4" | 2,64 | 105,60 |
| MAT.28 | 21,000 | Ud. | Bote sifónico | 11,00 | 231,00 |
| MAT.29 | 2,000 | u | Dosificador jabón líquido 1,2 l. en acero. | 50,00 | 100,00 |
| MAT.30 | 1,000 | u | Dispensador de papel toalla | 45,00 | 45,00 |
| MAT.31 | 1,000 | u | Portarrollos industrial 250/300 m. | 35,00 | 35,00 |
| MAT.32 | 2,000 | u | Espejo 1,00x0,60 m. | 36,00 | 72,00 |
| MAT.33 | 1,000 | u | Percha pared 2 ganchos. | 8,50 | 8,50 |
| MAT.34 | 1,000 | u | Escobillero | 16,00 | 16,00 |
| MAT.35 | 1,000 | u | Cubo sanitario 12 l. en acero con pedal | 45,00 | 45,00 |
| MAT.36 | 1,000 | u | Papelera 75 l. en acero con tapa basculante | 60,00 | 60,00 |
| MAT.37 | 2,000 | u | Armario archivo | 650,00 | 1.300,00 |
| MAT.38 | 2,000 | u | Mesa despacho | 550,00 | 1.100,00 |
| MAT.39 | 2,000 | u | Sillón giratorio | 640,00 | 1.280,00 |
| MAT.40 | 10,000 | u | Silla de confidente | 260,00 | 2.600,00 |
| MAT.41 | 4,000 | u | Taquilla metálica | 310,00 | 1.240,00 |
| MAT.43 | 27,250 | m | Tubería PP 25 mm. | 2,54 | 69,22 |
| MAT.44 | 87,082 | m³ | Arena de río 0/5 mm. | 16,50 | 1.436,85 |
| MAT.45 | 1.875,280 | t | Zahorra arti.husos ZA(20)/ZA(25) DA<25 | 5,83 | 10.932,88 |
| MAT.46 | 56,942 | m³ | Gravilla 20/40 mm. | 11,20 | 637,74 |
| MAT.47 | 9.804,600 | ud | Bloque hormigón gris 40x20x20 | 0,52 | 5.098,39 |
| MAT.48 | 34,508 | t | Cemento CEM II/B-M 32,5 R sacos | 108,56 | 3.746,24 |
| MAT.49 | 1,833 | t | Yeso blanco en sacos | 64,04 | 117,37 |
| MAT.50 | 341,649 | kg | Aditivo aireante | 1,12 | 382,65 |
| MAT.51 | 68,235 | m³ | Agua | 0,91 | 62,09 |
| MAT.52 | 1,645 | m³ | Tablón pino gallego 76x205mm>2,5m | 408,16 | 671,44 |
| MAT.54 | 55.007,386 | u | Ladrillo hueco doble 25x12x8 | 0,17 | 9.351,26 |
| MAT.55 | 109,670 | kg | Puntas 20x100 | 1,23 | 134,89 |
| MAT.56 | 8,000 | u | Tapa arqueta HA 45x45 cm. | 62,20 | 497,60 |
| MAT.57 | 8,000 | u | Tapa arqueta HA 65x65 cm. | 75,32 | 602,56 |
| MAT.58 | 8,000 | u | Arqueta prefabricada de hormigón 40x40cm. | 95,12 | 760,96 |
| MAT.59 | 8,000 | u | Arqueta prefabricada de hormigón 60x60cm. | 105,10 | 840,80 |
| MAT.60 | 182,244 | kg | Alambre atar 1,30 mm. | 1,44 | 262,43 |

# LISTADO DE MATERIALES VALORADO (Pres)

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|
| MAT.63 | 671,732 | kg | Mortero para revoco CSIII-W1 | 0,48 | 322,43 |
| MAT.64 | 1.138,830 | m² | Lam.LBM(SBS)30-FV(60g/m2) | 4,83 | 5.500,55 |
| MAT.65 | 1.138,830 | m² | Lam.LBM(SBS)30-FP 160g/m2 | 5,73 | 6.525,50 |
| MAT.66 | 3.409,600 | m² | Producto filmógeno | 0,38 | 1.295,65 |
| MAT.67 | 1.017,643 | m² | Plancha EPS 25 kg/m3 e=40 mm | 5,36 | 5.454,57 |
| MAT.68 | 1.097,418 | m² | Panel XPS liso 80 mm resistencia compresión >300 kPa | 15,15 | 16.625,88 |
| MAT.69 | 75,075 | m² | Plaqueta gres extrusionado 20x20 | 20,44 | 1.534,53 |
| MAT.70 | 15,680 | m² | Vent. practic. PVC >2<4 m2 | 155,25 | 2.434,32 |
| MAT.71 | 62,720 | m | Premarco aluminio | 2,91 | 182,52 |
| MAT.72 | 10,000 | u | Pu.paso 100x200 chapa lisa normal | 87,37 | 873,70 |
| MAT.73 | 22,160 | u | Poste galv. D=48 h=2 m. escuadra | 28,40 | 629,34 |
| MAT.74 | 8,310 | u | Poste galv.D=48 h=2 m.intermedio | 8,84 | 73,46 |
| MAT.75 | 22,160 | u | Poste galv. D=48 h=2 m. jabalcón | 28,40 | 629,34 |
| MAT.76 | 22,160 | u | Poste galv.D=48 h=2 m.tornapunta | 7,98 | 176,84 |
| MAT.77 | 554,000 | m² | Malla S/T galv.cal. 50/14 STD | 1,51 | 836,54 |
| MAT.78 | 4,000 | u | Válv.sifóni.p/ducha sal.hor.40mm | 3,85 | 15,40 |
| MAT.79 | 4,000 | u | Válvula p/lavabo-bidé de 32 mm. | 2,59 | 10,36 |
| MAT.80 | 13,000 | u | Llave de escuadra de 1/2" a 1/2" | 2,55 | 33,15 |
| MAT.81 | 4,000 | u | Plato ducha 75x75 cm. color | 138,81 | 555,24 |
| MAT.82 | 4,000 | u | Mez.ducha mmdo.s.media cromado | 102,60 | 410,40 |
| MAT.83 | 4,000 | u | Grifo monobloc serie normal crom | 41,93 | 167,72 |
| MAT.84 | 13,000 | u | Latiguillo flex.20cm.1/2"a 1/2" | 1,75 | 22,75 |
| MAT.85 | 5,000 | u | Inod.t.bajo c/tapa-mec.norm.b. | 210,20 | 1.051,00 |
| MAT.86 | 4,000 | u | Lavabo 56x47cm.s.normal color | 100,61 | 402,44 |
| MAT.87 | 482,349 | kg | Pintura plástica liso mate | 4,13 | 1.992,10 |
| MAT.88 | 160,783 | kg | Imprimación de fondo para pintura plástica | 1,95 | 313,53 |
| MAT.89 | 321,566 | u | Pequeño material | 1,22 | 392,31 |
| MAT.90 | 60,000 | m | Bordillo horm.bicapa 12-15x28 cm | 5,20 | 312,00 |
| MAT.92 | 1,000 | u | PUERTA ACCESO METÁLICA MANUAL METÁLICA | 1.250,00 | 1.250,00 |
| MAT.93 | 1.051,000 | m | 1x2.5 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS) | 0,41 | 430,91 |
| MAT.94 | 136,000 | u | DOWNLIGH LED | 87,54 | 11.905,44 |
| MAT.95 | 20,000 | u | EMERGENCIA LED 200 LM | 29,68 | 593,60 |
| MAT.96 | 48,000 | m | 4 Cu 0.6/1kV | 1,05 | 50,40 |
| MAT.99 | 66,100 | m | Tub.PVC sanitario Ø 160 mm. | 6,35 | 419,74 |
| | | | **Grupo MAT.....** | | **386.546,69** |
| | | | **TOTAL.....** | | **389.733,61** |

# PRECIOS DESCOMPUESTOS

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO 01 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO** | | | | | | |
| **01.01** | | **m²** | **Desbroce y limpieza de tierra vegetal >=1000 m2** | | | |
| | | | Desbroce y limpieza de tierra vegetal para preparción de zonas de acondicionamiento y mejora de firmes en superficies>1.000 m², hasta 30 cm. de profundidad, incluso limpieza de matorral y retirada de material a los bordes o lugar de empleo. Incluye transporte a vertedero. | | | |
| MO.06 | 0,005 | h | Cuadrilla tipo (1 Of. 1ª + 2 Peon esp.) | 58,26 | 0,29 | |
| MAQ.13 | 0,006 | H. | Retroexcavadora cadenas 200 CV | 75,74 | 0,45 | |
| MAQ.15 | 0,005 | H. | Camión dumper 3 ejes 10 M3 | 49,03 | 0,25 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 1,00 | 0,06 | |
| | | | | **TOTAL PARTIDA.....** | | **1,05** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con CINCO CÉNTIMOS

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO 02 CIMENTACIÓN** | | | | | | |
| **02.01** | | **m³** | **Hormigón de limpieza HL-150/B/20 (Suministro y colocación de hor** | | | |
| | | | Hormigón de limpieza HL-150/B/20 (Suministro y colocación de hormigón de limpieza HL-150/B/20, consistencia blanda, tamaño máxi-mo de árido 20 mm. Elaborado en central, incluso transporte y parte proporcional de vibrado, reglea-do, curado, colocado y medios auxiliares. Según EHE-08. ) | | | |
| MAT.23 | 1,000 | m³ | Hormigón HL-150/B/20 fabricado en central | 56,30 | 56,30 | |
| MO.02 | 0,100 | h | Oficial primera | 20,54 | 2,05 | |
| MO.05 | 0,200 | h | Peón ordinario | 18,55 | 3,71 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 62,10 | 3,73 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **65,79** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y CINCO EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS | | | | | | |
| **02.02** | | **m³** | **Hormigón armado zapatas y vigas de atado** | | | |
| | | | Hormigón HA-25/B/30/XC4+XA2 según CE, colocado mediante bomba, vibrado, y curado, empleado en cimientos alzado y losas totalmente terminado. | | | |
| MAT.07 | 1,000 | m³ | Hormigón HA-25 MPa. | 105,86 | 105,86 | |
| MAQ.01 | 0,100 | h | Bomb.horm.estacionaria 20 m3/h. | 160,43 | 16,04 | |
| MAQ.12 | 0,100 | h | Vibrador hormigón gasolina 75 mm | 16,60 | 1,66 | |
| MO.02 | 0,100 | h | Oficial primera | 20,54 | 2,05 | |
| MO.05 | 0,300 | h | Peón ordinario | 18,55 | 5,57 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 131,20 | 7,87 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **139,05** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TREINTA Y NUEVE EUROS con CINCO CÉNTIMOS | | | | | | |
| **02.03** | | **kg** | **Acero corrugado B 500 S.** | | | |
| | | | Acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes y tolerancias. | | | |
| MAT.24 | 1,050 | kg | Acero corrugado B 500 S | 1,25 | 1,31 | |
| MAT.60 | 0,004 | kg | Alambre atar 1,30 mm. | 1,44 | 0,01 | |
| MO.02 | 0,004 | h | Oficial primera | 20,54 | 0,08 | |
| MO.03 | 0,003 | h | Ayudante | 17,85 | 0,05 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 1,50 | 0,09 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **1,54** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS | | | | | | |
| **02.04** | | **m²** | **Encofrado recto cimientos y soleras.** | | | |
| | | | Encofrado recto en soleras y cimentaciones, colocado a cualquier profundidad o altura, incluso clavazón, desenco-frado y limpieza, terminado. | | | |
| MAT.22 | 1,100 | m² | Tablero encofrar 22 mm. 4 p. | 2,41 | 2,65 | |
| MAT.52 | 0,003 | m³ | Tablón pino gallego 76x205mm>2,5m | 408,16 | 1,22 | |
| MAT.55 | 0,200 | kg | Puntas 20x100 | 1,23 | 0,25 | |
| MAT.60 | 0,200 | kg | Alambre atar 1,30 mm. | 1,44 | 0,29 | |
| MAQ.11 | 3,000 | ud | Puntal telescópico/día hasta 3m. | 0,03 | 0,09 | |
| MO.02 | 0,120 | h | Oficial primera | 20,54 | 2,46 | |
| MO.03 | 0,200 | h | Ayudante | 17,85 | 3,57 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 10,50 | 0,63 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **11,16** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS | | | | | | |

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO 03 ESTRUCTURA** | | | | | | |
| **03.01** | | **kg** | **Acero laminado S275JR R 40** | | | |
| | | | Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie R, colocado con uniones soldadas en obra. | | | |
| MO.06 | 0,021 | h | Cuadrilla tipo (1 Of. 1ª + 2 Peon esp.) | 58,26 | 1,22 | |
| MAT.103 | 0,016 | h | Equipos y elementos auxiliares para soldadura | 3,20 | 0,05 | |
| MAT.16 | 1,000 | kg | Acero laminado S275JR | 0,96 | 0,96 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 2,20 | 0,13 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **2,36** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS | | | | | | |
| **03.02** | | **kg** | **Acero laminado S275JR HEA 140** | | | |
| | | | Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie HEA, colocado con uniones soldadas en obra. | | | |
| MO.06 | 0,021 | h | Cuadrilla tipo (1 Of. 1ª + 2 Peon esp.) | 58,26 | 1,22 | |
| MAT.103 | 0,016 | h | Equipos y elementos auxiliares para soldadura | 3,20 | 0,05 | |
| MAT.16 | 1,000 | kg | Acero laminado S275JR | 0,96 | 0,96 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 2,20 | 0,13 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **2,36** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS | | | | | | |
| **03.03** | | **kg** | **Acero laminado S275JR HEA 200** | | | |
| | | | Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie HEA, colocado con uniones soldadas en obra. | | | |
| MO.06 | 0,021 | h | Cuadrilla tipo (1 Of. 1ª + 2 Peon esp.) | 58,26 | 1,22 | |
| MAT.103 | 0,016 | h | Equipos y elementos auxiliares para soldadura | 3,20 | 0,05 | |
| MAT.16 | 1,000 | kg | Acero laminado S275JR | 0,96 | 0,96 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 2,20 | 0,13 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **2,36** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS | | | | | | |
| **03.04** | | **kg** | **Acero laminado S275JR HEA 300** | | | |
| | | | Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie HEA, colocado con uniones soldadas en obra. | | | |
| MO.06 | 0,021 | h | Cuadrilla tipo (1 Of. 1ª + 2 Peon esp.) | 58,26 | 1,22 | |
| MAT.103 | 0,016 | h | Equipos y elementos auxiliares para soldadura | 3,20 | 0,05 | |
| MAT.16 | 1,000 | kg | Acero laminado S275JR | 0,96 | 0,96 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 2,20 | 0,13 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **2,36** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS | | | | | | |
| **03.05** | | **kg** | **Acero laminado S275JR HEA 400** | | | |
| | | | Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie HEA, colocado con uniones soldadas en obra. | | | |
| MO.06 | 0,021 | h | Cuadrilla tipo (1 Of. 1ª + 2 Peon esp.) | 58,26 | 1,22 | |
| MAT.103 | 0,016 | h | Equipos y elementos auxiliares para soldadura | 3,20 | 0,05 | |
| MAT.16 | 1,000 | kg | Acero laminado S275JR | 0,96 | 0,96 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 2,20 | 0,13 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **2,36** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS | | | | | | |
| **03.06** | | **kg** | **Acero laminado S275JR IPE 180** | | | |
| | | | Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, colocado con uniones soldadas en obra. | | | |
| MO.06 | 0,021 | h | Cuadrilla tipo (1 Of. 1ª + 2 Peon esp.) | 58,26 | 1,22 | |
| MAT.103 | 0,016 | h | Equipos y elementos auxiliares para soldadura | 3,20 | 0,05 | |
| MAT.16 | 1,000 | kg | Acero laminado S275JR | 0,96 | 0,96 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 2,20 | 0,13 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **2,36** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS | | | | | | |

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **03.07** | | **kg** | **Acero laminado S275JR IPE 240** | | | |
| | | | Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, colocado con uniones soldadas en obra. | | | |
| MO.06 | 0,021 | h | Cuadrilla tipo (1 Of. 1ª + 2 Peon esp.) | 58,26 | 1,22 | |
| MAT.103 | 0,016 | h | Equipos y elementos auxiliares para soldadura | 3,20 | 0,05 | |
| MAT.16 | 1,000 | kg | Acero laminado S275JR | 0,96 | 0,96 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 2,20 | 0,13 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA.....** | | | **2,36** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **03.08** | | **kg** | **Acero laminado S275JR IPE 550** | | | |
| | | | Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, colocado con uniones soldadas en obra. | | | |
| MO.06 | 0,021 | h | Cuadrilla tipo (1 Of. 1ª + 2 Peon esp.) | 58,26 | 1,22 | |
| MAT.103 | 0,016 | h | Equipos y elementos auxiliares para soldadura | 3,20 | 0,05 | |
| MAT.16 | 1,000 | kg | Acero laminado S275JR | 0,96 | 0,96 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 2,20 | 0,13 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA.....** | | | **2,36** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO 04 FACHADAS, PARTICIONES** | | | | | | |
| **04.01** | | | **Cerramiento de la parcela** | | | |
| 04.01.01 | 1,000 | u | PUERTA BATIENTE METÁLICA MOTORIZADA DOBLA HOJA L=10 m | 1.412,43 | 1.412,43 | |
| 04.01.02 | 277,000 | m | MALLA S/T GALV. 50/14 h=2,00 m. | 22,99 | 6.368,23 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **7.780,66** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE MIL SETECIENTOS OCHENTA EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS | | | | | | |
| **04.02** | | | **Particiones interiores** | | | |
| 04.02.01 | 925,130 | m² | Fábrica de ladrillo hueco doble de 25x12x8 cm. de 1/2 pie de esp | 28,83 | 26.671,50 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **26.671,50** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTISEIS MIL SEISCIENTOS SETENTA Y UN EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS | | | | | | |
| **04.03** | | | **Fachada** | | | |
| 04.03.01 | 754,200 | m² | Fáb.Bloq.Hormig.Gris 40x20x20 cm | 30,03 | 22.648,63 | |
| 08.04 | 754,200 | m² | Enfoscado a buena vista sin maestrear, aplicado con llana, con m | 6,14 | 4.630,79 | |
| 04.03.03 | 754,200 | m² | Enlucido yeso blanco verticales <3 m. | 3,00 | 2.262,60 | |
| 04.03.04 | 754,200 | m² | Pintu.Plástica lisa blanca mate | 5,85 | 4.412,07 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **33.954,09** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y TRES MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y CUATRO EUROS con NUEVE CÉNTIMOS | | | | | | |

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO 05 CARPINTERÍA** | | | | | | |
| **05.01** | | **u** | **Puerta chapa lisa 100x220** | | | |
| | | | Puerta de chapa lisa de 1 hoja de 100x220 cm. realizada en chapa de acero galvanizado de 1 mm. de espesor, perfiles de acero conformado en frío, herrajes de colgar y seguridad, manillas accesibles antienganche, cerradura con manilla de nylón, cerco de perfil de acero conformado en frío con garras para recibir a obra, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra. (sin incluir recibido de albañilería). Según Normativa armonizada europea o similar. | | | |
| MAT.72 | 1,000 | u | Pu.paso 100x200 chapa lisa normal | 87,37 | 87,37 | |
| MO.02 | 0,200 | h | Oficial primera | 20,54 | 4,11 | |
| MO.03 | 0,200 | h | Ayudante | 17,85 | 3,57 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 95,10 | 5,71 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **100,76** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIEN EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS | | | | | | |
| **05.02** | | **m²** | **Ventanas abatibles pvc >2<4 m2** | | | |
| | | | Carpintería de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, en ventanas abatibles, con eje vertical, mayores a 2 m2 y menores a 4 m2 de superficie total, compuesta por cerco, hoja y herrajes bicromatados de colgar y de seguridad, totalmente instalada sobre precerco de aluminio y ajustada, incluso con p.p. de medios auxiliares. Con un valor límite de transmitancia térmica Ulim (W/m2K) para el conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana, en función de la zona climática de invierno del municipio según CTE-DB-HE-1. Según Normativa armonizada europea o similar. | | | |
| MAT.71 | 4,000 | m | Premarco aluminio | 2,91 | 11,64 | |
| MAT.70 | 1,000 | m² | Vent. practic. PVC >2<4 m2 | 155,25 | 155,25 | |
| MO.02 | 0,220 | h | Oficial primera | 20,54 | 4,52 | |
| MO.03 | 0,110 | h | Ayudante | 17,85 | 1,96 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 173,40 | 10,40 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **183,77** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO OCHENTA Y TRES EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS | | | | | | |

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 06 INSTALACIONES

### SUBCAPÍTULO 06.01 ELECTRICIDAD

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **06.01.01** | | **m** | **LINEA 2.5mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS)** | | | |
| | | | Línea eléctrica con conductores unipolares 3(1x2.5)mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS) desde CCM o subcuadros hasta receptores de fuerza y tomas de corriente. | | | |
| MO.02 | 0,020 | h | Oficial primera | 20,54 | 0,41 | |
| MO.05 | 0,020 | h | Peón ordinario | 18,55 | 0,37 | |
| MAT.93 | 1,000 | m | 1x2.5 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS) | 0,41 | 0,41 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 1,20 | 0,07 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **1,26** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **06.01.02** | | **m** | **LINEA 4mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS)** | | | |
| | | | Línea eléctrica con conductor multipolar 4mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS) desde CCM o subcuadros hasta receptores de fuerza y tomas de corriente. | | | |
| MO.02 | 0,020 | h | Oficial primera | 20,54 | 0,41 | |
| MO.05 | 0,020 | h | Peón ordinario | 18,55 | 0,37 | |
| MAT.96 | 1,000 | m | 4 Cu 0.6/1kV | 1,05 | 1,05 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 1,80 | 0,11 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **1,94** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **06.01.03** | | **m** | **LINEA 6mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS)** | | | |
| | | | Línea eléctrica con conductor multipolar 6mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS) desde CCM o subcuadros hasta receptores de fuerza y tomas de corriente. | | | |
| MO.02 | 0,020 | h | Oficial primera | 20,54 | 0,41 | |
| MO.05 | 0,020 | h | Peón ordinario | 18,55 | 0,37 | |
| MAT.15 | 1,000 | m | 6 Cu 0.6/1kV | 1,57 | 1,57 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 2,40 | 0,14 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **2,49** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **06.01.04** | | **m** | **LINEA 10mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS)** | | | |
| | | | Línea eléctrica con conductor multipolar 10mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS) desde CCM o subcuadros hasta receptores de fuerza y tomas de corriente. | | | |
| MAT.08 | 1,000 | m | 10 Cu 0.6/1kV | 2,05 | 2,05 | |
| MO.02 | 0,020 | h | Oficial primera | 20,54 | 0,41 | |
| MO.05 | 0,020 | h | Peón ordinario | 18,55 | 0,37 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 2,80 | 0,17 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **3,00** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **06.01.05** | | **m** | **LINEA 35mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS)** | | | |
| | | | Línea eléctrica con conductor multipolar 35 mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS) desde CCM o subcuadros hasta receptores de fuerza y tomas de corriente. | | | |
| MAT.101 | 1,000 | m | 35 Cu 0.6/1kV | 5,23 | 5,23 | |
| MO.02 | 0,020 | h | Oficial primera | 20,54 | 0,41 | |
| MO.05 | 0,020 | h | Peón ordinario | 18,55 | 0,37 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 6,00 | 0,36 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **6,37** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|

## SUBCAPÍTULO 06.02 ALUMBRADO

**06.02.01** **u** **Downlight LED 23 cm alto flujo**

Downlight DN125B D234 1xLED20S/840 de Philips o equivalente para montaje empotrado de diámetro 2300 mm, carcasa y refletor de aluminio, flujo luminoso 3.500 lm, potencia 30 W, Tª color 4000 K, rango de Tª de 10ºC a 40ºC, protección IP-20 Clase I. Incluso p.p. de canalización y cableado, completamente instalado.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| MO.02 | 0,500 | h | Oficial primera | 20,54 | 10,27 | |
| MO.05 | 0,500 | h | Peón ordinario | 18,55 | 9,28 | |
| MAT.94 | 1,000 | u | DOWNLIGH LED | 87,54 | 87,54 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 107,10 | 6,43 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **113,52** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TRECE EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS

**06.02.02** **u** **Lámpara downlight LED 10 cm**

Downlight DN125B D234 1xLED20S/840 de Philips o equivalente para montaje empotrado de diámetro 1000 mm, carcasa y refletor de aluminio, flujo luminoso 1.200 lm, potencia 30 W, Tª color 4000 K, rango de Tª de 10ºC a 40ºC, protección IP-20 Clase I. Incluso p.p. de canalización y cableado, completamente instalado.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| MO.02 | 0,500 | h | Oficial primera | 20,54 | 10,27 | |
| MO.05 | 0,500 | h | Peón ordinario | 18,55 | 9,28 | |
| MAT.94 | 1,000 | u | DOWNLIGH LED | 87,54 | 87,54 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 107,10 | 6,43 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **113,52** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TRECE EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS

**06.02.03** **u** **Pantalla LED estándar tipo lineal**

Pantalla LED de Philips o equivalente para montaje , carcasa y refletor de aluminio, flujo luminoso 7.000 lm. potencia 50 W, Tª color 4000 K, rango de Tª de 10ºC a 40ºC, protección IP-20 Clase I. Incluso p.p. de canalización y cableado, completamente instalado.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| MO.02 | 0,500 | h | Oficial primera | 20,54 | 10,27 | |
| MO.05 | 0,500 | h | Peón ordinario | 18,55 | 9,28 | |
| MAT.94 | 1,000 | u | DOWNLIGH LED | 87,54 | 87,54 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 107,10 | 6,43 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **113,52** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TRECE EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS

**06.02.04** **u** **EMERGENCIA 200 LM**

Emergencia Basic Led serie L de Luznor o equivalente, modelo LL-200-T de 200 lúmenes con funcionamiento en modo no permanente, tira de leds sin difusor interno, batería de Ni-Cd de alta temperatura y difusor transparente.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| MO.02 | 0,500 | h | Oficial primera | 20,54 | 10,27 | |
| MO.05 | 0,500 | h | Peón ordinario | 18,55 | 9,28 | |
| MAT.95 | 1,000 | u | EMERGENCIA LED 200 LM | 29,68 | 29,68 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 49,20 | 2,95 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **52,18** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y DOS EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|

## SUBCAPÍTULO 06.03 FONTANERÍA

**06.03.01** **u** **Inodoro t.Bajo s.Normal, blanco**

Inodoro de porcelana vitrificada blanco, de tanque bajo, colocado mediante tacos y tornillos al solado, incluso sellado con silicona, y compuesto por: taza, tanque bajo con tapa y mecanismos y asiento con tapa lacados, con bisagras de acero, totalmente instalado, incluso con llave de escuadra de 1/2" cromada y latiguillo flexible de 20 cm. y de 1/2", funcionando. (El manguetón está incluido en las instalaciones de desagüe).

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| MAT.85 | 1,000 | u | Inod.t.bajo c/tapa-mec.norm.b. | 210,20 | 210,20 | |
| MAT.80 | 1,000 | u | Llave de escuadra de 1/2" a 1/2" | 2,55 | 2,55 | |
| MAT.84 | 1,000 | u | Latiguillo flex.20cm.1/2"a 1/2" | 1,75 | 1,75 | |
| MO.02 | 1,300 | h | Oficial primera | 20,54 | 26,70 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 241,20 | 14,47 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **255,67** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS

**06.03.02** **u** **P.Ducha porc.75x75 col.G.Mmdo.**

Plato de ducha de porcelana, de 75x75 cm., en color, con grifería mezcladora exterior monomando, con ducha teléfono, flexible de 150 cm. y soporte articulado, cromada, incluso válvula de desagüe sifónica, con salida horizontal de 40 mm., totalmente instalada y funcionando.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| MAT.81 | 1,000 | u | Plato ducha 75x75 cm. color | 138,81 | 138,81 | |
| MAT.82 | 1,000 | u | Mez.ducha mmdo.s.media cromado | 102,60 | 102,60 | |
| MAT.78 | 1,000 | u | Válv.sifóni.p/ducha sal.hor.40mm | 3,85 | 3,85 | |
| MO.02 | 0,800 | h | Oficial primera | 20,54 | 16,43 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 261,70 | 15,70 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **277,39** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS

**06.03.03** **u** **Red de agua fría y caliente.**

Red de agua fría y caliente con tubería de polipropileno, sin aparatos sanitarios.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| MAT.19 | 8,500 | m | Tubería PP 15 mm. | 1,66 | 14,11 | |
| MAT.17 | 49,290 | m | Tubería PP 20 mm. | 1,89 | 93,16 | |
| MAT.43 | 27,250 | m | Tubería PP 25 mm. | 2,54 | 69,22 | |
| MAT.25 | 15,900 | m | Tubería PP 40 mm. | 3,68 | 58,51 | |
| MAT.12 | 11,600 | m | Tubería PP 50 mm. | 5,12 | 59,39 | |
| MAT.09 | 13,000 | m | Tubería PP 70 mm. | 6,32 | 82,16 | |
| MAT.27 | 40,000 | u | Llave de paso 1/4" | 2,64 | 105,60 | |
| MO.05 | 15,000 | h | Peón ordinario | 18,55 | 278,25 | |
| MO.02 | 15,000 | h | Oficial primera | 20,54 | 308,10 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 1.068,50 | 64,11 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **1.132,61** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL CIENTO TREINTA Y DOS EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS

**06.03.04** **u** **Acumulador eléctrico 80 l.**

Acumulador eléctrico de agua caliente sanitaria, de 80 l. de capacidad, calorifugado, incluso llaves de paso, ramales de unión y sistemas de fijación, totalmente instalado.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| MAT.26 | 1,000 | u | Acumulador agua caliente 80 l. | 740,00 | 740,00 | |
| MO.02 | 1,500 | h | Oficial primera | 20,54 | 30,81 | |
| MO.03 | 1,500 | h | Ayudante | 17,85 | 26,78 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 797,60 | 47,86 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **845,45** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHOCIENTOS CUARENTA Y CINCO EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **06.03.05** | | **u** | **Lav.56x47 s.Norm.Col.G.Monobl.** | | | |
| | | | Lavabo de porcelana vitrificada en color, de 56x47 cm., para colocar empotrado en encimera de mármol o similar (sin incluir), con grifo monobloc cromado, con rompechorros, incluso válvula de desagüe de 32 mm., llaves de escuadra de 1/2" cromadas, y latiguillos flexibles de 20 cm. y de 1/2", totalmente instalado y funcionando. | | | |
| MAT.86 | 1,000 | u | Lavabo 56x47cm.s.normal color | 100,61 | 100,61 | |
| MAT.83 | 1,000 | u | Grifo monobloc serie normal crom | 41,93 | 41,93 | |
| MAT.79 | 1,000 | u | Válvula p/lavabo-bidé de 32 mm. | 2,59 | 2,59 | |
| MAT.80 | 2,000 | u | Llave de escuadra de 1/2" a 1/2" | 2,55 | 5,10 | |
| MAT.84 | 2,000 | u | Latiguillo flex.20cm.1/2"a 1/2" | 1,75 | 3,50 | |
| MO.02 | 1,100 | h | Oficial primera | 20,54 | 22,59 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 176,30 | 10,58 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **186,90** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO OCHENTA Y SEIS EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS

## SUBCAPÍTULO 06.04 SANEAMIENTO

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **06.04.01** | | **PA** | **Acometida general de saneamiento** | | | |
| | | | PA de Acometida General a la red de saneamiento existente, a medir en obra. | | | |
| | | | Sin descomposición | | | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **650,00** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS CINCUENTA EUROS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **06.04.02** | | **u** | **Red de desagües con tubería PVC.** | | | |
| | | | Red de desagües con tubería de PVC, en edificio de control e industrial, hasta arqueta exterior, incluso excavación y relleno de zanjas, según planos. | | | |
| MAT.99 | 66,100 | m | Tub.PVC sanitario Ø 160 mm. | 6,35 | 419,74 | |
| MAT.13 | 12,500 | m | Tub. PVC evacuación Ø110 mm. | 5,35 | 66,88 | |
| MAT.18 | 87,500 | m | Tub.PVC sanitario Ø 50 mm. | 1,15 | 100,63 | |
| MAT.102 | 26,600 | m | Tub.PVC sanitario Ø 63 mm. | 4,78 | 127,15 | |
| MAT.100 | 44,700 | m | Tub.PVC sanitario Ø 90 mm. | 5,10 | 227,97 | |
| MAT.14 | 30,000 | m | Tub.PVC sanitario Ø 200 mm. | 7,89 | 236,70 | |
| MAT.28 | 21,000 | Ud. | Bote sifónico | 11,00 | 231,00 | |
| MO.05 | 15,000 | h | Peón ordinario | 18,55 | 278,25 | |
| MO.02 | 15,000 | h | Oficial primera | 20,54 | 308,10 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 1.996,40 | 119,78 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **2.116,20** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL CIENTO DIECISEIS EUROS con VEINTE CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **06.04.03** | | **u** | **Arqueta de registro 40x40cm** | | | |
| | | | Arqueta registrable troncopiramidal de dimensiones interiores 40x40 cm en la base, con marco y tapa de fundición de 45x45 cm. | | | |
| MO.02 | 0,500 | h | Oficial primera | 20,54 | 10,27 | |
| MO.05 | 0,500 | h | Peón ordinario | 18,55 | 9,28 | |
| MAT.58 | 1,000 | u | Arqueta prefabricada de hormigón 40x40cm. | 95,12 | 95,12 | |
| MAT.56 | 1,000 | u | Tapa arqueta HA 45x45 cm. | 62,20 | 62,20 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 176,90 | 10,61 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **187,48** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO OCHENTA Y SIETE EUROS con CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **06.04.04** | | **u** | **Arqueta de registro 60x60cm** | | | |
| | | | Arqueta registrable troncopiramidal de dimensiones interiores 40x40 cm en la base, con marco y tapa de fundición de 45x45 cm. | | | |
| MO.02 | 0,500 | h | Oficial primera | 20,54 | 10,27 | |
| MO.05 | 0,500 | h | Peón ordinario | 18,55 | 9,28 | |
| MAT.59 | 1,000 | u | Arqueta prefabricada de hormigón 60x60cm. | 105,10 | 105,10 | |
| MAT.57 | 1,000 | u | Tapa arqueta HA 65x65 cm. | 75,32 | 75,32 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 200,00 | 12,00 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **211,97** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS ONCE EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **SUBCAPÍTULO 06.05 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS** | | | | | | |
| **06.05.01** | | **u** | **Extintor C02 5 kg. Dioxido de carbono Clase B eficacio** | | | |
| | | | Extintor co2 para riesgo eléctrico, 5 kg, dióxido de carbono clase B eficacia 113, presión cilindro 55-60 Bar/kg produciendo 520 litros de vapor de gas/kg. Muy alta eficacia y calidad. Homologado y certificado CE. Totalmente instalado, probado y funcionando. | | | |
| MAT.20 | 1,000 | u | BIE 25mm 20m Boca de incendios equipada | 354,63 | 354,63 | |
| MO.02 | 1,000 | h | Oficial primera | 20,54 | 20,54 | |
| MO.05 | 1,000 | h | Peón ordinario | 18,55 | 18,55 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 393,70 | 23,62 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **417,34** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS DIECISIETE EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS | | | | | | |
| **06.05.02** | | **u** | **BIE 25mm 20m Boca de incendios equipada** | | | |
| MAT.20 | 1,000 | u | BIE 25mm 20m Boca de incendios equipada | 354,63 | 354,63 | |
| MO.02 | 1,000 | h | Oficial primera | 20,54 | 20,54 | |
| MO.05 | 1,000 | h | Peón ordinario | 18,55 | 18,55 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 393,70 | 23,62 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **417,34** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS DIECISIETE EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS | | | | | | |

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO 07 CUBIERTAS** | | | | | | |
| **07.01** | | **m²** | **Cubierta inclinada panel sándwich** | | | |
| | | | Panel sándwich de 30 mm de espesor, compuesto por dos chapas de acero. Entre ambas se dispone un núcleo aislante de espuma rígida de poliuretano, que garantiza un adecuado aislamiento térmico. El acabado exterior del panel será de color rojo torino. | | | |
| MAT.68 | 1,060 | m² | Panel XPS liso 80 mm resistencia compresión >300 kPa | 15,15 | 16,06 | |
| MAT.64 | 1,100 | m² | Lam.LBM(SBS)30-FV(60g/m2) | 4,83 | 5,31 | |
| MAT.65 | 1,100 | m² | Lam.LBM(SBS)30-FP 160g/m2 | 5,73 | 6,30 | |
| MAT.46 | 0,055 | m³ | Gravilla 20/40 mm. | 11,20 | 0,62 | |
| MAT.11 | 0,080 | m² | Tabicón de ladrillo hueco doble de 25x12x8 cm. recibido con mort | 17,71 | 1,42 | |
| MAT.06 | 0,110 | m³ | Hormigón celular CEM II/B-M 32,5R | 117,65 | 12,94 | |
| MAT.04 | 0,040 | m³ | Mortero cemento M-5 | 89,02 | 3,56 | |
| MO.02 | 0,290 | h | Oficial primera | 20,54 | 5,96 | |
| MO.03 | 0,290 | h | Ayudante | 17,85 | 5,18 | |
| MO.05 | 0,100 | h | Peón ordinario | 18,55 | 1,86 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 59,20 | 3,55 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **62,76** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y DOS EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO 08 REVESTIMIENTOS** | | | | | | |
| **08.01** | | **m²** | **Pintura Plástica lisa blanca mate** | | | |
| MAT.88 | 0,100 | kg | Imprimación de fondo para pintura plástica | 1,95 | 0,20 | |
| MAT.87 | 0,300 | kg | Pintura plástica liso mate | 4,13 | 1,24 | |
| MAT.89 | 0,200 | u | Pequeño material | 1,22 | 0,24 | |
| MO.02 | 0,100 | h | Oficial primera | 20,54 | 2,05 | |
| MO.03 | 0,100 | h | Ayudante | 17,85 | 1,79 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 5,50 | 0,33 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **5,85** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **08.02** | | **m²** | **Alicatado plaqueta extr.20x20 c/junta** | | | |
| | | | Alicatado con plaqueta d20x20 cm. con junta de 1 cm., recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de miga 1/6 (mortero tipo M-5), i/p.p. de cortes, ingletes, piezas especiales, rejuntado con material cementoso según UNE-EN 13888:2009 junta blanca o color y limpieza. Según Normativa armonizada europea o similar, CTE DB-SUA-1 y NTE-RSR, con marcado CE y DdP (declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011, medido en superficie deduciendo huecos superiores a 1 m². | | | |
| MAT.69 | 1,050 | m² | Plaqueta gres extrusionado 20x20 | 20,44 | 21,46 | |
| MAT.02 | 0,001 | m³ | Lechada CEM.1/2 CEM II/B-M 32,5R | 84,01 | 0,08 | |
| A01MA090 | 0,030 | m³ | MORTERO CEMENTO M-5 C/ A.MIGA | 85,68 | 2,57 | |
| MO.02 | 0,400 | h | Oficial primera | 20,54 | 8,22 | |
| MO.03 | 0,400 | h | Ayudante | 17,85 | 7,14 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 39,50 | 2,37 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **41,84** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y UN EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **08.03** | | **m²** | **Aislamiento térmico colocado en el interior de la cámara de cerr** | | | |
| | | | Aislamiento térmico colocado en el interior de la cámara de cerramientos con paneles de poliestireno expandido (EPS) de densidad 25 Kg/m3, de superficie lisa machihembrados de 40 mm de espesor. Resistencia térmica 1,14 m²K/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK). Reacción al fuego E. Medida toda la superficie a ejecutar, incluso p.p. de medios auxiliares. | | | |
| MAT.67 | 1,100 | m² | Plancha EPS 25 kg/m3 e=40 mm | 5,36 | 5,90 | |
| MO.02 | 0,040 | h | Oficial primera | 20,54 | 0,82 | |
| MO.03 | 0,040 | h | Ayudante | 17,85 | 0,71 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 7,40 | 0,44 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **7,87** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **08.04** | | **m²** | **Enfoscado a buena vista sin maestrear, aplicado con llana, con m** | | | |
| | | | Enfoscado a buena vista sin maestrear, aplicado con llana, con mortero CSIII-W1 de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río M-5 en interior de cámaras de aire de 20 mm de espesor, i/p.p. de andamiaje (hasta 3 m de altura), según NTE-RPE y UNE-EN 998-1:2018, medido deduciendo huecos. Mortero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011. | | | |
| MAT.63 | 0,400 | kg | Mortero para revoco CSIII-W1 | 0,48 | 0,19 | |
| MO.02 | 0,190 | h | Oficial primera | 20,54 | 3,90 | |
| MO.03 | 0,095 | h | Ayudante | 17,85 | 1,70 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 5,80 | 0,35 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **6,14** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS con CATORCE CÉNTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO 09 SEÑALIZACIÓN Y EQUIPAMIENTO** | | | | | | |
| **09.01** | | **u** | **Sillón giratorio.** | | | |
| | | | Sillón giratorio para oficina de regulación manual en altura, con apoyo central con cinco ruedas giratorias, tapizado. | | | |
| MAT.39 | 1,000 | u | Sillón giratorio | 640,00 | 640,00 | |
| MO.05 | 0,100 | h | Peón ordinario | 18,55 | 1,86 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 641,90 | 38,51 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **680,37** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS OCHENTA EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS | | | | | | |
| **09.02** | | **u** | **Taquilla metálica** | | | |
| | | | Armario ropero tipo taquilla metálica de dimensiones 1800x500x500 mm., con terminación de pintura, dotado de rejilla de ventilación en el frente, incluso cerradura con llave, bandeja interior y perchero. | | | |
| MAT.41 | 1,000 | u | Taquilla metálica | 310,00 | 310,00 | |
| MO.05 | 0,100 | h | Peón ordinario | 18,55 | 1,86 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 311,90 | 18,71 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **330,57** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS TREINTA EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS | | | | | | |
| **09.03** | | **u** | **Conjunto de accesorios baño** | | | |
| | | | Conjunto de accesorios baño, acabados en acero inoxidable, compuesto por dosificador de jabón líquido de 1,2 l, dispensador de papel toalla plegado, portarrollos industrial 250/300 m, percha de pared con 2 ganchos, escobillero, cubo sanitario de 12 l. con apertura mediante pedal, papelera de 75 l. con tapa basculante y espejo de 1,00x0,60 m, incluso instalación. | | | |
| MAT.29 | 2,000 | u | Dosificador jabón líquido 1,2 l. en acero. | 50,00 | 100,00 | |
| MAT.30 | 1,000 | u | Dispensador de papel toalla | 45,00 | 45,00 | |
| MAT.31 | 1,000 | u | Portarrollos industrial 250/300 m. | 35,00 | 35,00 | |
| MAT.32 | 2,000 | u | Espejo 1,00x0,60 m. | 36,00 | 72,00 | |
| MAT.33 | 1,000 | u | Percha pared 2 ganchos. | 8,50 | 8,50 | |
| MAT.34 | 1,000 | u | Escobillero | 16,00 | 16,00 | |
| MAT.35 | 1,000 | u | Cubo sanitario 12 l. en acero con pedal | 45,00 | 45,00 | |
| MAT.36 | 1,000 | u | Papelera 75 l. en acero con tapa basculante | 60,00 | 60,00 | |
| MO.02 | 1,500 | h | Oficial primera | 20,54 | 30,81 | |
| MO.05 | 1,500 | h | Peón ordinario | 18,55 | 27,83 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 440,10 | 26,41 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **466,55** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS | | | | | | |
| **09.04** | | **u** | **Armario archivo.** | | | |
| | | | Armario archivo de madera con dos puertas, incluso estanterías y cajones de 2x2x0,45 m. | | | |
| MAT.37 | 1,000 | u | Armario archivo | 650,00 | 650,00 | |
| MO.05 | 0,100 | h | Peón ordinario | 18,55 | 1,86 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 651,90 | 39,11 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **690,97** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS NOVENTA EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS | | | | | | |
| **09.05** | | **u** | **Mesa de despacho.** | | | |
| | | | Mesa de madera para oficina con tablero de formica de 1400 mm. de longitud y 750 mm. de ancho, con cajonera. | | | |
| MAT.38 | 1,000 | u | Mesa despacho | 550,00 | 550,00 | |
| MO.05 | 0,200 | h | Peón ordinario | 18,55 | 3,71 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 553,70 | 33,22 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **586,93** |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS | | | | | | |

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **09.06** | | **u** | **Silla de confidente.** | | | |
| | | | Silla de confidente metálica a juego con sillón. | | | |
| MAT.40 | 1,000 | u | Silla de confidente | 260,00 | 260,00 | |
| MO.05 | 0,100 | h | Peón ordinario | 18,55 | 1,86 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 261,90 | 15,71 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA.....** | | | **277,57** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO 10 URBANIZACIÓN INTERIOR DE LA PARCELA** | | | | | | |
| **10.01** | | **m³** | **Zahorra artificial base 75% machaqueo** | | | |
| | | | Zahorra artificial machaqueo, husos ZA(20)/ZA(25)/ZA(0/32) en capas de base, con 75% de caras de fractura, puesta en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento, en capas de 20/30 cm de espesor, medido sobre perfil. Desgaste de los ángeles de los áridos <30. Árido con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011. En cumplimento con el Decreto 5/2023, de 4 de mayo,al menos el 10% en peso de la cantidad de árido de la presente partida será árido reciclado. | | | |
| MAT.45 | 2,200 | t | Zahorra arti.husos ZA(20)/ZA(25) DA<25 | 5,83 | 12,83 | |
| MAQ.09 | 0,018 | h | Motoniveladora de 200 CV | 58,27 | 1,05 | |
| MAQ.10 | 0,018 | h | Rodillo vibr.autopr.mixto 15 t. | 32,80 | 0,59 | |
| MAQ.06 | 0,018 | h | Cisterna agua s/camión 10.000 l. | 28,80 | 0,52 | |
| MAQ.05 | 0,018 | h | Camión basculante 4x4 14 t. | 36,65 | 0,66 | |
| MO.01 | 0,010 | h | Capataz | 21,48 | 0,21 | |
| MO.05 | 0,018 | h | Peón ordinario | 18,55 | 0,33 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 16,20 | 0,97 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **17,16** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISIETE EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **10.02** | | **m³** | **HORMIGÓN HMF-3,5 EN PAVIMENTOS** | | | |
| | | | Pavimento de hormigón HMF-3,5 de resistencia característica a flexotracción, en espesores de 20/30 cm, incluso extendido, encofrado de borde, regleado, vibrado, curado con producto filmógeno, estriado o ranurado y p.p. de juntas. Componentes de hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011. | | | |
| MAT.110 | 1,000 | m³ | Hormigon HF-3,5 para pavimentos | 93,00 | 93,00 | |
| MAT.66 | 4,000 | m² | Producto filmógeno | 0,38 | 1,52 | |
| MAQ.08 | 0,010 | h | Motoniveladora de 135 CV | 46,65 | 0,47 | |
| MAQ.07 | 0,025 | h | Pavim.enc.desliz.s/cad.300CV/12m | 358,14 | 8,95 | |
| MAQ.10 | 0,010 | h | Rodillo vibr.autopr.mixto 15 t. | 32,80 | 0,33 | |
| MAQ.04 | 0,025 | h | Pala carg.neumát. 85 CV/1,2m3 | 40,33 | 1,01 | |
| MAQ.06 | 0,025 | h | Cisterna agua s/camión 10.000 l. | 28,80 | 0,72 | |
| MO.01 | 0,050 | h | Capataz | 21,48 | 1,07 | |
| MO.02 | 0,050 | h | Oficial primera | 20,54 | 1,03 | |
| MO.05 | 1,000 | h | Peón ordinario | 18,55 | 18,55 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 126,70 | 7,60 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **134,25** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TREINTA Y CUATRO EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **10.03** | | **m³** | **Hormigón HM-20 MPa.** | | | |
| | | | Suministro y puesta en obra de hormigón en masa, vibrado, en solera y refuerzo de alcantarillas tubulares ejecutadas en zanja, a cualquier profundidad, con HM-20/P/40 (CEM-I/SR ), con árido procedente de cantera, de tamaño máximo 40 mm y consistencia plástica. | | | |
| MAT.109 | 1,000 | m³ | Hormigón HM-20/B/40/X0 central | 83,00 | 83,00 | |
| MO.02 | 0,150 | h | Oficial primera | 20,54 | 3,08 | |
| MO.05 | 0,300 | h | Peón ordinario | 18,55 | 5,57 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 91,70 | 5,50 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **97,15** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y SIETE EUROS con QUINCE CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **10.04** | | **m** | **Bordillo horm.Bicapa 12-15x28 cm** | | | |
| | | | Bordillo de hormigón bicapa, achaflanado, de 12-15x28 cm. colocado sobre solera de hormigón HM-15/P/40, de 10 cm. de espesor, i/excavación necesaria, rejuntado y limpieza. | | | |
| MAT.90 | 1,000 | m | Bordillo horm.bicapa 12-15x28 cm | 5,20 | 5,20 | |
| MAT.04 | 0,001 | m³ | Mortero cemento M-5 | 89,02 | 0,09 | |
| MAT.05 | 0,018 | m³ | Hormigón HM-15/P/40 | 72,28 | 1,30 | |
| MO.04 | 0,220 | h | Peón especializado | 18,86 | 4,15 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 10,70 | 0,64 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** | | | **11,38** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **10.05** | | **m2** | **Acera perimetral** | | | |
| | | | Acera perimetral hecha de ladrillo hueco doble 25x12x8 y mortero con cemento M-5. | | | |
| MAT.54 | 49,000 | u | Ladrillo hueco doble 25x12x8 | 0,17 | 8,33 | |
| MAT.04 | 0,020 | m³ | Mortero cemento M-5 | 89,02 | 1,78 | |
| MO.02 | 0,580 | h | Oficial primera | 20,54 | 11,91 | |
| MO.03 | 0,290 | h | Ayudante | 17,85 | 5,18 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 27,20 | 1,63 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA.....** | | | **28,83** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIOCHO EUROS con OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO 11 SEGURIDAD Y SALUD** | | | | | | |
| **11.01** | | **ud** | **Seguridad y Salud** | | | |
| | | | Presupuesto de Seguridad y Salud justificado en el Anejo nº16 | | | |
| 11.01.01 | 1,000 | Ud | Presupuesto Seguridad y Salud | 13.744,31 | 13.744,31 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA** ..... | | | **13.744,31** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE MIL SETECIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO 12 GESTIÓN DE RESIDUOS** | | | | | | |
| **12.01** | | **PA** | **Gestión de residuos** | | | |
| | | | Gestión en Planta de Tratamiento de residuos de tierras limpias y piedras generados en la obra, código LER 17 05 04, que no contengan sustancias peligrosas y cuando no sea posible el depósito de las tierras en vertedero, incluyendo transporte a centro de tratamiento, gestión, clasificación, tratamiento, y almacenaje, con emisión de certificado. | | | |
| MAQ.17 | 0,096 | H. | Camión bañera 40 Tm. | 46,83 | 4,50 | |
| U700110 | 1,000 | T. | Canon trat. TIERRAS LIMPIAS centro trat. RCD | 1.500,00 | 1.500,00 | |
| %3 | 6,000 | % | %. C/indirectos (s/total) | 1.504,50 | 90,27 | |
| | | | **TOTAL PARTIDA.....** | | | **1.594,77** |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL QUINIENTOS NOVENTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS

# ANEJO 16. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Miguel Tazo Castrillo
Universidad de Valladolid (Campus de Palencia) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Grado en Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

# ÍNDICE

**1. Memoria ..... 4**

**1.1. Introducción ..... 4**

1.1.1. Justificación ..... 4

1.1.2. Objeto ..... 4

1.1.3. Contenido del EBSS ..... 5

**1.2. Datos Generales ..... 5**

1.2.1. Agentes ..... 5

1.2.2. Características generales del proyecto de ejecución ..... 5

1.2.3. Emplazamiento y condiciones del entorno ..... 5

1.2.4. Características generales de la obra ..... 6

**1.3. Medios de auxilio ..... 6**

1.3.1. Medios de auxilio en obra ..... 6

1.3.2. Medios de auxilio en caso de accidente: centros asistenciales más próximo ..... 7

**1.4. Instalaciones de higiene y bienestar de los trabajadores ..... 7**

1.4.1. Vestuarios ..... 7

1.4.2. Aseos ..... 8

1.4.3. Comedor ..... 8

**1.5. Identificación de riesgos y medidas preventivas a adoptar ..... 8**

1.5.1. Durante los trabajos previos a la ejecución de la obra. ..... 9

1.5.2. Durante las fases de ejecución de la obra ..... 11

1.5.3. Durante la utilización de medios auxiliares ..... 13

1.5.4. Durante la utilización de la maquinaria y herramienta ..... 14

**1.6. Riesgos laborales que pueden evitarse ..... 17**

1.6.1. Caídas al mismo nivel. ..... 18

1.6.2. Caídas a distinto nivel. ..... 18

1.6.3. Polvo y partículas. ..... 18

1.6.4. Esfuerzos ..... 18

1.6.5. Incendios ..... 18

**1.7. Condiciones de seguridad y salud en trabajos posteriores de reparación y mantenimiento ..... 18**

1.7.1. Trabajo en cerramientos exteriores y cubiertas. ..... 18

1.7.2. Trabajos en instalaciones ..... 18

1.7.3. Trabajos con pinturas y barnices ..... 19

**1.8. Trabajos que implican riesgos especiales.....19**

**1.9. Medidas en caso de emergencia. .....19**

**2. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE. .....19**

**2.1. Seguridad y salud .....19**

2.1.1. YC Sistemas de protección colectiva ..... 24

2.1.2. YI Equipos de protección individual..... 26

2.1.3. YM Medicina preventiva y primeros auxilios. ..... 27

2.1.4. YP Instalaciones provisionales de higiene y bienestar DB HS Salubridad ..... 27

2.1.5. YS Señalización provisional de obras. ..... 29

# 1. Memoria

## 1.1. Introducción

### 1.1.1. Justificación

El estudio de seguridad y salud se elabora con el fin de cumplir la obligatoriedad de la legislación del artículo 4. "Obligatoriedad del estudio de seguridad y salud o del estudio básico de seguridad y salud en las obras" del Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, del Ministerio de la Presidencia. Mediante este decreto se van a establecer las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras, verificándose que:

a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 450.760,00 euros.
b) No se cumple que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
c) El volumen estimado de mano de obra, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, no es superior a 500 días.
d) No se trata de una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

### 1.1.2. Objeto

El objeto de este anejo va a ser adoptar las medidas encaminadas a la prevención de accidentes, riesgos y enfermedades que pueden ocurrir durante el transcurso de la obra, además del bienestar e higiene de los trabajadores.

Se expondrán unas directrices básicas de acuerdo con la legislación vigente, en cuanto a las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud, con el fin de que el contratista cumpla con sus obligaciones en cuanto a la prevención de riesgos.

Por lo tanto, los objetivos que pretende alcanzar el presente Estudio básico de seguridad y salud son:

- Garantizar la salud e integridad física de los trabajadores
- Evitar acciones o situaciones peligrosas por improvisación, o por insuficiencia o falta de medios
- Delimitar y esclarecer atribuciones y responsabilidades en materia de seguridad de las personas que intervienen en el proceso constructivo
- Determinar los costes de las medidas de protección y prevención
- Referir la clase de medidas de protección a emplear en función del riesgo
- Detectar a tiempo los riesgos que se derivan de la ejecución de la obra
- Aplicar técnicas de ejecución que reduzcan al máximo estos riesgos

### 1.1.3. Contenido del EBSS

El estudio básico de seguridad y salud va a contener las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales que pueden ser evitados indicando las medidas técnicas necesarias para ello, así como la relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas, además de cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma.

En el Estudio Básico de Seguridad y Salud se contemplan también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores de reparación o mantenimiento, siempre dentro del marco de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

## 1.2. Datos Generales

### 1.2.1. Agentes

Los agentes que intervienen en materia de seguridad y salud en la obra, son:

- Promotor: Luis Antonio Tazo Lerma.
- Autor del proyecto: Miguel Tazo Castrillo.
- Constructor (jefe de obra): a definir.
- Coordinador de seguridad y salud: a definir.
-

### 1.2.2. Características generales del proyecto de ejecución

De la información disponible en la fase de proyecto básico y de ejecución, se aporta aquella que se considera relevante y que puede servir de ayuda para la redacción del plan de seguridad y salud.

- -Denominación del proyecto: PROYECTO DE INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE BOMBONES DE CHOCOLATE EN VILLADANGOS DEL PÁRAMO (LEÓN)
- -Plantas sobre rasante: 1
- -Presupuesto de ejecución material: 646.269,59 €
- -Plazo de ejecución: 8 meses
- -Número máximo de operarios: 18

### 1.2.3. Emplazamiento y condiciones del entorno

Se van a especificar de forma resumida las condiciones del entorno a considerar para considerar los riesgos que esta pueda causar:

-Dirección: Polígono Industrial de Villadangos

-Edificaciones colindantes: Sin edificaciones colindantes

-Accesos a la obra: 1

Durante los periodos en los que se produzca entrada y salida de vehículos se señalizará convenientemente el acceso de los mismos, tomándose todas las medidas oportunas establecidas por la Dirección General de Tráfico y por la Policía Local, para evitar posibles accidentes de circulación

### 1.2.4. Características generales de la obra

Las unidades de la obra que pueden influir en la previsión de los riesgos laborales son:

- **Cimentación**

Se utilizarán zapatas de hormigón armado, en donde las tensiones máximas no superarán las tensiones admisibles del terreno de cimentación de 0,25 N/mm$^2$ en ninguna de las situaciones.

- **Estructura horizontal**

La estructura es de acero, formada por 10 pórticos separados entre si por 4,83 m, de los cuales dos de ellos son pórticos hastiales.

- **Cerramiento**

El cerramiento perimetral de la nave se realizará mediante bloques de hormigón gris 40x20x20cm.

- **Cubierta**

Como material de cubierta se va a emplear panel sándwich de 30 mm de espesor, compuesto por dos chapas de acero. Entre ambas se dispone un núcleo aislante de espuma rígida de poliuretano, que garantiza un adecuado aislante térmico.

## 1.3. Medios de auxilio

La evacuación de heridos a los centros sanitarios se producirá exclusivamente por el personal autorizado en una ambulancia. Solo heridos leves podrán trasladarse por otros medios, siempre con el consentimiento y bajo la supervisión del responsable de emergencias de la obra.

Se dispondrá de un cartel en la obra en un lugar visible con los teléfonos de urgencias y de los centros sanitarios más cercanos.

### 1.3.1. Medios de auxilio en obra

En la obra se dispondrá de un armario botiquín portátil modelo B que se da en las empresas en las que trabajan de 5 a 25 trabajadores, y esta localizado en un lugar accesible a los operarios y debidamente equipado.

Su contenido mínimo será:

- Desinfectantes y antisépticos autorizados
- Gasas estériles
- Algodón hidrófilo
- Vendas
- Esparadrapo
- Apósitos
- Tijeras
- Guantes desechables y pinzas

El material será revisado periódicamente con el fin de sustituir los productos caducados.

### 1.3.2. Medios de auxilio en caso de accidente: centros asistenciales más próximo

Los centros asistenciales más próximos a la obra son:

| NIVEL ASISTENCIAL | NOMBRE, LUGAR | DISTANCIA APROXIMADA (KM) |
|---|---|---|
| Primeros auxilios | Botiquín Portátil | En la obra |
| Asistencia Primaria | Centro de salud de Villadangos del páramo. Calle Padre Ángel Martínez Fuertes, 51 | 4 km |
| Asistencia de Urgencias | Hospital Universitario de León. CalleAltos de Navas s/n | 29 km |

## 1.4. Instalaciones de higiene y bienestar de los trabajadores

Los servicios de higiene de la obra cumplirán las disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras contenidas en la legislación.

El cálculo de la superficie de los locales destinados a los servicios de higiene y bienestar de los trabajadores se ha obtenido dado el uso y el número medio de operarios trabajando de una manera simultánea.

Se ha dispuesto de la colocación de instalaciones provisionales tipo caseta prefabricada para los vestuarios y aseos.

### 1.4.1. Vestuarios

Dispondrán de una superficie de 2 $m^2$ y serán de fácil acceso y colocados próximos al área de trabajo. Se incluirá bancos y asientos, además de taquillas con llave con capacidad suficiente para depositar la ropa y el calzado.

### 1.4.2. Aseos

Se encontrarán junto a los vestuarios y se dispondrá de agua fría y caliente.

- 1 ducha por cada 10 trabajadores o fracción que trabajen simultáneamente en la obra
- 1 inodoro por cada 25 hombres o fracción y 1 por cada 15 mujeres o fracción.
- 1 lavabo por cada 10 trabajadores o fracción que trabajen simultáneamente en la obra.
- 1 urinario por cada 25 hombres o fracción
- 1 secamanos de celulosa o eléctrico por cada lavabo
- 1 jabonera dosificadora por cada lavabo
- 1 espejo de dimensiones mínimas 40x50 cm por cada 10 trabajadores o fracción.
- 1 recipiente para recogida de celulosa sanitaria
- 1 portarrollos con papel higiénico por cada inodoro

Las dimensiones mínimas de la cabina para inodoro o ducha serán de 1,20 x 1,00 y 2 m de altura. Se debe de reponer las correspondientes materias (jabón, papel…).

### 1.4.3. Comedor

La zona del comedor tendrá una altura mínima de 2,5 m, y dispondrá de fregaderos de agua potable para la limpieza de los utensilios y la vajilla. Además, estará equipada con mesas y asientos y tendrá suficiente provisión de vasos, platos y cubiertos preferentemente desechables. Se dispondrá de un pequeño microondas, con el fin de si es necesario el calentamiento de la comida.

## 1.5. Identificación de riesgos y medidas preventivas a adoptar

Se van a exponer la relación de los riesgos más frecuentes que pueden surgir durante la ejecución de las distintas partes de la obra, con las medidas preventivas que se pueden adoptar con la finalidad de eliminar o reducir estos riesgos

<u>Riesgos generales más frecuentes</u>

- Caída de objetos y/o materiales al mismo o a distinto nivel
- Desprendimiento de cargas suspendidas
- Exposición a temperaturas ambientales extremas
- Exposición a vibraciones y ruido
- Cortes y golpes en la cabeza y extremidades
- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Sobreesfuerzos, movimientos repetitivos o posturas inadecuadas
- Electrocuciones por contacto directo o indirecto
- Dermatosis por contacto con yesos, escayola, cemento, pinturas, pegamentos, etc.

- Intoxicación por inhalación de humos y gases

Medidas preventivas y protecciones colectivas de carácter general

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada
- Se colocarán carteles indicativos de las medidas de seguridad en lugares visibles de la obra
- Se prohibirá la entrada a toda persona ajena a la obra
- Los recursos preventivos de la obra tendrán presencia permanente en aquellos trabajos que entrañen mayores riesgos, en cumplimiento de los supuestos regulados por la legislación.
- Las operaciones que entrañen riesgos especiales se realizarán bajo la supervisión de una persona cualificada, debidamente instruida
- Se suspenderán los trabajos en caso de tormenta y cuando llueva con intensidad o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h
- Cuando las temperaturas sean extremas, se evitará, en la medida de lo posible, trabajar durante las horas de mayor insolación.
- La carga y descarga de materiales se realizará con precaución y cautela, preferentemente por medios mecánicos, evitando movimientos bruscos que provoquen su caída
- La manipulación de los elementos pesados se realizará por personal cualificado, utilizando medios mecánicos o palancas, para evitar sobreesfuerzos innecesarios
- Ante la existencia de líneas eléctricas aéreas, se guardarán las distancias mínimas preventivas, en función de su intensidad y voltaje
- No se realizará ningún trabajo dentro del radio de acción de las máquinas o vehículos
- Los operarios no desarrollarán trabajos, ni permanecerán, debajo de cargas suspendidas
- Se evitarán o reducirán al máximo los trabajos en altura
- Se utilizarán escaleras normalizadas, sujetas firmemente, para el descenso y ascenso a las zonas excavadas
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante la colocación de barandillas o redes homologadas
- Dentro del recinto de la obra, los vehículos y máquinas circularán a una velocidad reducida, inferior a 20 km/h

### 1.5.1. Durante los trabajos previos a la ejecución de la obra.

A continuación, se hará referencia de los riesgos más frecuentes que pueden surgir en los trabajos realizados a la ejecución de la obra.

#### 1.5.1.1. Instalación eléctrica provisional.

- **Riesgos más frecuentes**
  - Electrocuciones por contacto directo o indirecto
  - Cortes y heridas con objetos punzantes
  - Proyección de partículas en los ojos
  - Incendios Medidas preventivas y protecciones colectivas
  - Prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, mediante el sistema de protección de puesta a tierra y dispositivos de corte (interruptores diferenciales)
  - Se respetará una distancia mínima a las líneas de alta tensión de 6 m para las líneas aéreas y de 2 m para las líneas enterradas
  - Se comprobará que el trazado de la línea eléctrica no coincide con el del suministro de agua
  - Se ubicarán los cuadros eléctricos en lugares accesibles, dentro de cajas prefabricadas homologadas, con su toma de tierra independiente, protegidas de la intemperie y provistas de puerta, llave y visera
  - Se utilizarán solamente conducciones eléctricas antihumedad y conexiones estancas
  - En caso de tender líneas eléctricas sobre zonas de paso, se situarán a una altura mínima de 2,2 m si se ha dispuesto algún elemento para impedir el paso de vehículos y de 5,0 m en caso contrario
  - Los cables enterrados estarán perfectamente señalizados y protegidos con tubos rígidos, a una profundidad superior a 0,4 m
  - Las tomas de corriente se realizarán a través de clavijas blindadas normalizadas
  - Quedan terminantemente prohibidas las conexiones triples (ladrones) y el empleo de fusibles caseros, empleándose una toma de corriente independiente para cada aparato o herramienta.

- **Equipos de protección individual (EPI)**
  - Calzado aislante para electricistas
  - Guantes dieléctricos
  - Banquetas aislantes de la electricidad
  - Comprobadores de tensión
  - Herramientas aislantes
  - Ropa de trabajo impermeable
  - Ropa de trabajo reflectante

#### 1.5.1.2. Vallado de la obra

- **Riesgos más frecuentes**
  - Cortes y heridas con objetos punzantes
  - Proyección de fragmentos o de partículas
  - Exposición a temperaturas ambientales extremas
  - Exposición a vibraciones y ruido

- **Medidas preventivas y protecciones colectivas**

- Se prohibirá el aparcamiento en la zona destinada a la entrada de vehículos a la obra
- Se retirarán los clavos y todo el material punzante resultante del vallado
- Se localizarán las conducciones que puedan existir en la zona de trabajo, previamente a la excavación.

- **Equipos de protección individual (EPI)**
- Calzado con puntera reforzada
- Guantes de cuero
- Ropa de trabajo reflectante

## 1.5.2. Durante las fases de ejecución de la obra

### 1.5.2.1. Cimentación

- **Riesgos más frecuentes**
- Inundaciones o filtraciones de agua
- Vuelcos, choques y golpes provocados por la maquinaria o por vehículos.

- **Medidas preventivas y protecciones colectivas**
- Se colocarán protectores homologados en las puntas de las armaduras de espera
- El transporte de las armaduras se efectuará mediante eslingas, enlazadas y provistas de ganchos con pestillos de seguridad
- Se retirarán los clavos sobrantes y los materiales punzantes.

- **Equipos de protección individual (EPI)**
- Guantes homologados para el trabajo con hormigón
- Guantes de cuero para la manipulación de las armaduras
- Botas de goma de caña alta para hormigonado
- Botas de seguridad con plantillas de acero y antideslizantes

### 1.5.2.2. Estructura

- **Riesgos más frecuentes**
- Desprendimientos de los materiales de encofrado por apilado incorrecto
- Caída del encofrado al vacío durante las operaciones de desencofrado
- Cortes al utilizar la sierra circular de mesa o las sierras de mano
- **Medidas preventivas y protecciones colectivas**
- Se protegerá la vía pública con una visera de protección formada por ménsula y entablado
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante la colocación de barandillas o redes homologadas

- **Equipos de protección individual (EPI)**
  - Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída
  - Guantes homologados para el trabajo con hormigón
  - Guantes de cuero para la manipulación de las armaduras
  - Botas de goma de caña alta para hormigonado
  - Botas de seguridad con plantillas de acero y antideslizantes

#### 1.5.2.3. Cerramientos

- **Riesgos más frecuentes**
  - Caída de objetos o materiales desde distinto nivel
  - Exposición a temperaturas ambientales extremas
  - Afecciones cutáneas por contacto con morteros, yeso, escayola o materiales aislantes

- **Medidas preventivas y protecciones colectivas**
  - Marquesinas para la protección frente a la caída de objetos
  - No retirada de las barandillas antes de la ejecución del cerramiento

- **Equipos de protección individual (EPI)**
  - Uso de mascarilla con filtro mecánico para el corte de ladrillos con sierra

#### 1.5.2.4. Cubiertas

- **Riesgos más frecuentes**
  - Caída por los bordes de cubierta o deslizamiento por los faldones

- **Medidas preventivas y protecciones colectivas**
  - El acopio de los materiales de cubierta se realizará en zonas alejadas de los bordes o aleros, y fuera de las zonas de circulación, preferentemente sobre vigas o soportes
  - El acceso a la cubierta se realizará mediante escaleras de mano homologadas, ubicadas en huecos protegidos y apoyadas sobre superficies horizontales, sobrepasando 1,0 m la altura de desembarque
  - Se instalarán anclajes en la cumbrera para amarrar los cables y/o los cinturones de seguridad

- **Equipos de protección individual (EPI)**
  - Calzado con suela antideslizante
  - Ropa de trabajo impermeable
  - Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída

### 1.5.3. Durante la utilización de medios auxiliares

La prevención de riesgos provenientes de la utilización de los medios auxiliares de la obra se realizará atendiendo a la legislación vigente.

No se admitirá la utilización de andamios o escaleras de mano que no estén normalizadas y que cumplan con la normativa vigente.

En el caso de plataformas de descarga de materiales, solo se utilizarán modelos normalizados, disponiendo de barandillas homologadas y enganches para el cinturón de seguridad.

#### 1.5.3.1. Puntales

- No se retirarán los puntales, ni se modificará su disposición una vez hayan entrado en carga, respetándose el periodo estricto de desencofrado
- Los puntales no quedarán dispersos por la obra, evitando su apoyo en posición inclinada sobre los paramentos verticales, acopiándose siempre cuando dejen de utilizarse
- Los puntales telescópicos se transportarán con los mecanismos de extensión bloqueados

#### 1.5.3.2. Torre de hormigonado

- Se colocará, en un lugar visible al pie de la torre de hormigonado, un cartel que indique "Prohibido el acceso a toda persona no autorizada"
- Las torres de hormigonado permanecerán protegidas perimetralmente mediante barandillas homologadas, con rodapié, con una altura igual o superior a 0,9 m.
- No se permitirá la presencia de personas ni de objetos sobre las plataformas de las torres de hormigonado durante sus cambios de posición.
- En el hormigonado de los pilares de esquina, las torres de hormigonado se ubicarán con la cara de trabajo situada perpendicularmente a la diagonal interna del pilar, con el fin de lograr la posición más segura y eficaz.

#### 1.5.3.3. Escalera de mano

- Se revisará periódicamente el estado de conservación de las escaleras
- Dispondrán de zapatas antideslizantes o elementos de fijación en la parte superior o inferior de los largueros
- Se transportarán con el extremo delantero elevado, para evitar golpes a otros objetos o a personas
- Se apoyarán sobre superficies horizontales, con la planeidad adecuada para que sean estables e inmóviles, quedando prohibido el uso como cuña de cascotes, ladrillos, bovedillas o elementos similares

- Los travesaños quedarán en posición horizontal y la inclinación de la escalera será inferior al 75% respecto al plano horizontal
- El extremo superior de la escalera sobresaldrá 1,0 m de la altura de desembarque, medido en la dirección vertical
- El operario realizará el ascenso y descenso por la escalera en posición frontal (mirando los peldaños), sujetándose firmemente con las dos manos en los peldaños, no en los largueros
- Se evitará el ascenso o descenso simultáneo de dos o más personas
- Cuando se requiera trabajar sobre la escalera en alturas superiores a 3,5 m, se utilizará siempre el cinturón de seguridad con dispositivo anticaída

#### 1.5.3.4. Andamios.

- Los andamios se apoyarán sobre superficies firmes, estables y niveladas
- Se empleará un mínimo de dos borriquetas para la formación de andamios, quedando totalmente prohibido como apoyo el uso de bidones, ladrillos, bovedillas u otros objetos
- Las plataformas de trabajo estarán perfectamente ancladas a las borriquetas
- Queda totalmente prohibido instalar un andamio de borriquetas encima de otro

#### 1.5.3.5. Plataforma motorizada

- Los elementos que denoten algún fallo técnico o mal comportamiento se desmontarán de forma inmediata para su reparación o sustitución
- Se balizará la zona situada bajo el andamio de cremallera para evitar el acceso a la zona de riesgo
- Se cumplirán las indicaciones del fabricante en cuanto a la carga máxima
- No se permitirán construcciones auxiliares realizadas in situ para alcanzar zonas alejadas

### 1.5.4. Durante la utilización de la maquinaria y herramienta

Se deben de considerar unas medidas preventivas y unas protecciones, con el fin de conseguir reducir los riesgos provocados por la utilización de la maquinaria y herramientas durante la ejecución de la obra. Se debe de seguir los siguientes criterios:

- Toda la maquinaria y herramientas que se utilicen durante el desarrollo de la obra dispondrán de un manual de instrucciones, en donde vendrá reflejado los riesgos y su correcta utilización.
- La maquinaria cumple las prescripciones que tiene el vigente Reglamento de Seguridad en las Máquinas, las instrucciones técnicas complementarias y las especificaciones del fabricante.

- No se podrá usar ninguna maquina o herramienta sin la reglamentación específica de cada una.

Las máquinas y herramientas que se van a utilizar durante la obra son:

#### 1.5.4.1. Pala cargadora

- Para realizar las tareas de mantenimiento, se apoyará la cuchara en el suelo, se parará el motor, se conectará el freno de estacionamiento y se bloqueará la máquina
- Queda prohibido el uso de la cuchara como grúa o medio de transporte
- La extracción de tierras se efectuará en posición frontal a la pendiente
- El transporte de tierras se realizará con la cuchara en la posición más baja posible, para garantizar la estabilidad de la pala

#### 1.5.4.2. Retroexcavadora

- Para realizar las tareas de mantenimiento, se apoyará la cuchara en el suelo, se parará el motor, se conectará el freno de estacionamiento y se bloqueará la máquina
- Queda prohibido el uso de la cuchara como grúa o medio de transporte
- Los desplazamientos de la retroexcavadora se realizarán con la cuchara apoyada sobre la máquina en el sentido de la marcha
- Los cambios de posición de la cuchara en superficies inclinadas se realizarán por la zona de mayor altura
- Se prohibirá la realización de trabajos dentro del radio de acción de la máquina

#### 1.5.4.3. Camión para transporte

- Las maniobras del camión serán dirigidas por un señalista de tráfico
- Las cargas se repartirán uniformemente en la caja, evitando acopios con pendientes superiores al 5% y protegiendo los materiales sueltos con una lona
- Antes de proceder a las operaciones de carga y descarga, se colocará el freno en posición de frenado y, en caso de estar situado en pendiente, calzos de inmovilización debajo de las ruedas
- En las operaciones de carga y descarga se evitarán movimientos bruscos que provoquen la pérdida de estabilidad, permaneciendo siempre el conductor fuera de la cabina.

#### 1.5.4.4. Camión grúa

- El conductor accederá al vehículo descenderá del mismo con el motor apagado, en posición frontal, evitando saltar al suelo y haciendo uso de los peldaños y asideros

- Se cuidará especialmente de no sobrepasar la carga máxima indicada por el fabricante
- La cabina dispondrá de botiquín de primeros auxilios y de extintor timbrado y revisado
- Los vehículos dispondrán de bocina de retroceso
- Se comprobará que el freno de mano está activado antes de la puesta en marcha del motor, al abandonar el vehículo y durante las operaciones de elevación
- La elevación se realizará evitando operaciones bruscas, que provoquen la pérdida de estabilidad de la carga

#### 1.5.4.5. Hormigonera

- Las operaciones de mantenimiento serán realizadas por personal especializado, previa desconexión de la energía eléctrica
- La hormigonera tendrá un grado de protección IP-55
- Su uso estará restringido sólo a personas autorizadas
- Dispondrá de freno de basculamiento del bombo
- Los conductos de alimentación eléctrica de la hormigonera estarán conectados a tierra, asociados a un disyuntor diferencial
- Las partes móviles del aparato deberán permanecer siempre protegidas mediante carcasas conectadas a tierra
- No se ubicarán a distancias inferiores a tres metros de los bordes de excavación y/o de los bordes de los forjados

#### 1.5.4.6. Vibrador

- La operación de vibrado se realizará siempre desde una posición estable
- La manguera de alimentación desde el cuadro eléctrico estará protegida cuando discurra por zonas de paso.
- Tanto el cable de alimentación como su conexión al transformador estarán en perfectas condiciones de estanqueidad y aislamiento
- Los operarios no efectuarán el arrastre del cable de alimentación colocándolo alrededor del cuerpo. Si es necesario, esta operación se realizará entre dos operarios
- El vibrado del hormigón se realizará desde plataformas de trabajo seguras, no permaneciendo en ningún momento el operario sobre el encofrado ni sobre elementos inestables
- Nunca se abandonará el vibrador en funcionamiento, ni se desplazará tirando de los cables
- Para las vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo, el valor de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas, no superará 2,5 m/s², siendo el valor límite de 5 m/s².

#### 1.5.4.7. Martillo picador

- Las mangueras de aire comprimido deben estar situadas de forma que no dificulten ni el trabajo de los operarios ni el paso del personal
- No se realizarán ni esfuerzos de palanca ni operaciones similares con el martillo en marcha
- Se verificará el perfecto estado de los acoplamientos de las mangueras
- Se cerrará el paso del aire antes de desarmar un martillo

#### 1.5.4.8. Sierra circular

- Su uso está destinado exclusivamente al corte de elementos o piezas de la obra
- Para el corte de materiales cerámicos o pétreos se emplearán discos abrasivos y para elementos de madera discos de sierra
- Deberá existir un interruptor de parada cerca de la zona de mando
- La zona de trabajo deberá estar limpia de serrín y de virutas, para evitar posibles incendios
- Las piezas a serrar no contendrán clavos ni otros elementos metálicos
- El trabajo con el disco agresivo se realizará en húmedo
- No se utilizará la sierra circular sin la protección de prendas adecuadas, tales como mascarillas antipolvo y gafas.

#### 1.5.4.9. Equipo de soldadura

- No habrá materiales inflamables ni explosivos a menos de 10 metros de la zona de trabajo de soldadura
- Antes de soldar se eliminarán las pinturas y recubrimientos del soporte
- Durante los trabajos de soldadura se dispondrá siempre de un extintor de polvo químico en perfecto estado y condiciones de uso, en un lugar próximo y accesible
- En los locales cerrados en los que no se pueda garantizar una correcta renovación de aire se instalarán extractores, preferentemente sistemas de aspiración localizada
- Se paralizarán los trabajos de soldadura en altura ante la presencia de personas bajo el área de trabajo.
- Tanto los soldadores como los trabajadores que se encuentren en las inmediaciones dispondrán de protección visual adecuada, no permaneciendo en ningún caso con los ojos al descubierto.

## 1.6. Riesgos laborales que pueden evitarse

Se va a hacer referencia a los riesgos laborales más frecuentes durante el desarrollo de la obra y a las medidas preventivas que podemos adoptar:

### 1.6.1. Caídas al mismo nivel.

Se ordenará y se limpiará de obstáculos la zona de trabajo, además de tener una luz suficiente.

### 1.6.2. Caídas a distinto nivel.

En todos los desniveles se dispondrán de escaleras bien amarradas y sujetas con barandillas para facilitar la subida y bajada.

### 1.6.3. Polvo y partículas.

Se regará periódicamente la zona de trabajo para evitar la formación de polvo y se usará gafas de protección y mascarilla antipolvo en los trabajos que generen polvo o partículas.

### 1.6.4. Esfuerzos

Se limitará el peso de las cargas en caso de que sea un desplazamiento o levantamiento manual y se evitarán las posturas inadecuadas o forzadas.

### 1.6.5. Incendios

No se permitirá fumar en caso de existir presencia de materiales fungibles o riesgo de incendio

## 1.7. Condiciones de seguridad y salud en trabajos posteriores de reparación y mantenimiento

En este apartado se va a aportar la información necesaria para la seguridad y salud de los futuros trabajos de conservación, reparación y mantenimiento del edificio construido:

### 1.7.1. Trabajo en cerramientos exteriores y cubiertas.

Para los trabajos en cerramientos, aleros de cubierta, revestimientos de paramentos exteriores o cualquier otro que se efectúe con riesgo de caída en altura, deberán utilizarse andamios que cumplan las condiciones especificadas en el presente estudio básico de seguridad y salud.

### 1.7.2. Trabajos en instalaciones

Los trabajos correspondientes a las instalaciones de fontanería, eléctrica y de gas, deberán realizarse por personal cualificado, cumpliendo las especificaciones establecidas en su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, así como en la normativa vigente en cada materia

### 1.7.3. Trabajos con pinturas y barnices

Los trabajos con pinturas y barnices pueden provocar una intoxicación si lo inhalamos, por lo que al aplicarse este tipo de productos debe de haber una ventilación óptima, además de llevar puesto unos elementos de protección adecuados.

## 1.8. Trabajos que implican riesgos especiales

Los riesgos especiales suelen presentarse en la ejecución de la estructura, cerramientos y cubiertas:

- Montaje de forjado, especialmente en los bordes perimetrales.
- Ejecución de cerramientos exteriores.
- Formación de los antepechos de cubierta.
- Colocación de horcas y redes de protección.
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante barandillas y redes homologadas
- Disposición de plataformas voladas.
- Elevación y acople de los módulos de andamiaje para la ejecución de las fachadas.

## 1.9. Medidas en caso de emergencia.

El plan de seguridad y salud deberá ser reflejado por el contratista, estableciendo las medidas oportunas en caso de primeros auxilios, formando para ello a personal que se hará cargo de estas medidas.

Los trabajadores responsables de las medidas de emergencia tienen derecho a la paralización de su actividad, debiendo estar garantizada la adecuada administración de los primeros auxilios y, cuando la situación lo requiera, el rápido traslado del operario a un centro de asistencia médica.

# 2. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE.

## 2.1. Seguridad y salud

Ley de Prevención de Riesgos Laborales

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de la Jefatura del Estado. B.O.E.: 10 de noviembre de 1995

Completada por:

Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 24 de mayo de 1997

Modificada por:

Ley de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social

Ley 50/1998, de 30 de diciembre, de la Jefatura del Estado. Modificación de los artículos 45, 47, 48 y 49 de la Ley 31/1995.

B.O.E.: 31 de diciembre de 1998 Completada por:

Disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal

Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E.: 24 de febrero de 1999

Completada por:

Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completada por:

Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 21 de junio de 2001

Completada por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo

Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 18 de junio de 2003

Modificada por:

Ley de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 13 de diciembre de 2003 Desarrollada por:

Desarrollo del artículo 24 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales

Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E.: 31 de enero de 2004

Completada por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas

Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 5 de noviembre de 2005 Completada por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Completada por:

Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 11 de abril de 2006

Modificada por:

Modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio

Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de la Jefatura del Estado. B.O.E.: 23 de diciembre de 2009

Reglamento de los Servicios de Prevención

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 31 de enero de 1997 Completado por:

Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 24 de mayo de 1997

Modificado por:

Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención

Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E.: 1 de mayo de 1998

Completado por:

Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completado por:

Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 21 de junio de 2001

Completado por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas

Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 5 de noviembre de 2005

Completado por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Completado por:

Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 11 de abril de 2006

Modificado por:

Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención y de las Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción

Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E.: 29 de mayo de 2006

Modificado por:

Modificación del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención

Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, del Ministerio de Trabajo e Inmigración. B.O.E.: 23 de marzo de 2010

Seguridad y Salud en los lugares de trabajo

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E.: 23 de abril de 1997

Manipulación de cargas

Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E.: 23 de abril de 1997

Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 24 de mayo de 1997

Modificado por:

Modificación del Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo y ampliación de su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos

Real Decreto 349/2003, de 21 de marzo, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 5 de abril de 2003

Completado por:

Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 11 de abril de 2006

Utilización de equipos de trabajo

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E.: 7 de agosto de 1997

Modificado por:

Modificación del Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura

Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 13 de noviembre de 2004

Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción

Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 25 de octubre de 1997 Completado por:

Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 11 de abril de 2006

Modificado por:

Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención y de las Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción

Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E.: 29 de mayo de 2006

Modificado por:

Desarrollo de la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción

Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

Disposición final tercera. Modificación de los artículos 13 y 18 del Real Decreto 1627/1997.

B.O.E.: 25 de agosto de 2007 Corrección de errores.

B.O.E.: 12 de septiembre de 2007

## 2.1.1. YC Sistemas de protección colectiva

### 2.1.1.1. YCU Protección contra incendios

Real Decreto por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los equipos a presión

Real Decreto 709/2015, de 24 de julio, del Ministerio de Industria, Energía y Turismo. B.O.E.: 2 de septiembre de 2015

Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias

Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 5 de febrero de 2009 Corrección de errores:

Corrección de errores del Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias

B.O.E.: 28 de octubre de 2009 Modificado por:

Real Decreto por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio

Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. B.O.E.: 22 de mayo de 2010

Texto consolidado

Señalización de seguridad y salud en el trabajo

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E.: 23 de abril de 1997

Completado por:

Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completado por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Modificado por:

Real Decreto por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención; el R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; el R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo y el

R.D. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 598/2015, de 3 de julio, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 4 de julio de 2015

### 2.1.2. YI Equipos de protección individual

Comercialización y libre circulación de equipos de protección individual

Reglamento (UE) 2016/425 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2016, relativo a los equipos de protección individual y por el que se deroga la Directiva 89/686/CEE del Consejo. B.O.E.: 31 de marzo de 2016

Utilización de equipos de protección individual

Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E.: 12 de junio de 1997

Corrección de errores:

Corrección de erratas del Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 18 de julio de 1997

Completado por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Completado por:

Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 11 de abril de 2006

Utilización de equipos de protección individual

Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 12 de junio de 1997

Corrección de errores:

Corrección de erratas del Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual

Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 18 de julio de 1997

Completado por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Completado por:

Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de abril de 2006

### 2.1.3. YM Medicina preventiva y primeros auxilios.

#### 2.1.3.1. YMM Material médico

Orden por la que se establece el suministro a las empresas de botiquines con material de primeros auxilios en caso de accidente de trabajo, como parte de la acción protectora del sistema de la Seguridad Social

Orden TAS/2947/2007, de 8 de octubre, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E.: 11 de octubre de 2007

### 2.1.4. YP Instalaciones provisionales de higiene y bienestar DB HS Salubridad

Código Técnico de la Edificación (CTE). Documento Básico HS.

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, del Ministerio de Vivienda. B.O.E.: 28 de marzo de 2006

Modificado por el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, del Ministerio de Vivienda. B.O.E.: 23 de octubre de 2007

Corrección de errores. B.O.E.: 25 de enero de 2008 Modificado por:

Modificación de determinados documentos básicos del Código Técnico de la Edificación aprobados por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre

Orden VIV/984/2009, de 15 de abril, del Ministerio de Vivienda. B.O.E.: 23 de abril de 2009

Criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano

Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 21 de febrero de 2003

Criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis

Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, del Ministerio de Sanidad y Consumo. B.O.E.: 18 de julio de 2003

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias (ITC) BT 01 a BT 51

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología. B.O.E.: Suplemento al nº 224, de 18 de septiembre de 2002 ç

Modificado por:

Anulado el inciso 4.2.C.2 de la ITC-BT-03

Sentencia de 17 de febrero de 2004 de la Sala Tercera del Tribunal Supremo. B.O.E.: 5 de abril de 2004

Completado por:

Autorización para el empleo de sistemas de instalaciones con conductores aislados bajo canales protectores de material plástico

Resolución de 18 de enero de 1988, de la Dirección General de Innovación Industrial. B.O.E.: 19 de febrero de 1988

Modificado por:

Real Decreto por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio

Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. B.O.E.: 22 de mayo de 2010

Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones

Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. B.O.E.: 1 de abril de 2011

Desarrollado por:

Orden ITC/1644/2011, de 10 de junio, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. B.O.E.: 16 de junio de 2011

Modificado por:

Real Decreto 805/2014, de 19 de septiembre, del Ministerio de Industria, Energía y Turismo. B.O.E.: 24 de septiembre de 2014

## 2.1.5. YS Señalización provisional de obras.

### 2.1.5.1. YSB Balizamiento

Instrucción 8.3-IC Señalización de obras

Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, por la que se aprueba la norma de señalización de obras en carreteras.

Señalización de seguridad y salud en el trabajo

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E.: 23 de abril de 1997

Completado por:

Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completado por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Modificado por:

Real Decreto por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención; el R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; el R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo y el R.D. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 598/2015, de 3 de julio, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 4 de julio de 2015

### 2.1.5.2. YSH Señalización horizontal Instrucción 8.3-IC Señalización de obras

Orden de 31 de agosto de 1987, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. B.O.E.: 18 de septiembre de 1987

#### 2.1.5.3. YSV Señalización vertical Instrucción 8.3-IC Señalización de obras

Orden de 31 de agosto de 1987, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. B.O.E.: 18 de septiembre de 1987

#### 2.1.5.4. YSN Señalización manual Instrucción 8.3-IC Señalización de obras

Orden de 31 de agosto de 1987, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. B.O.E.: 18 de septiembre de 1987

#### 2.1.5.5. YSS Señalización de seguridad y salud Señalización de seguridad y salud en el trabajo

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E.: 23 de abril de 1997

Completado por:

Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completado por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Modificado por:

Real Decreto por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención; el R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; el R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo y el

R.D. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 598/2015, de 3 de julio, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 4 de julio de 2015

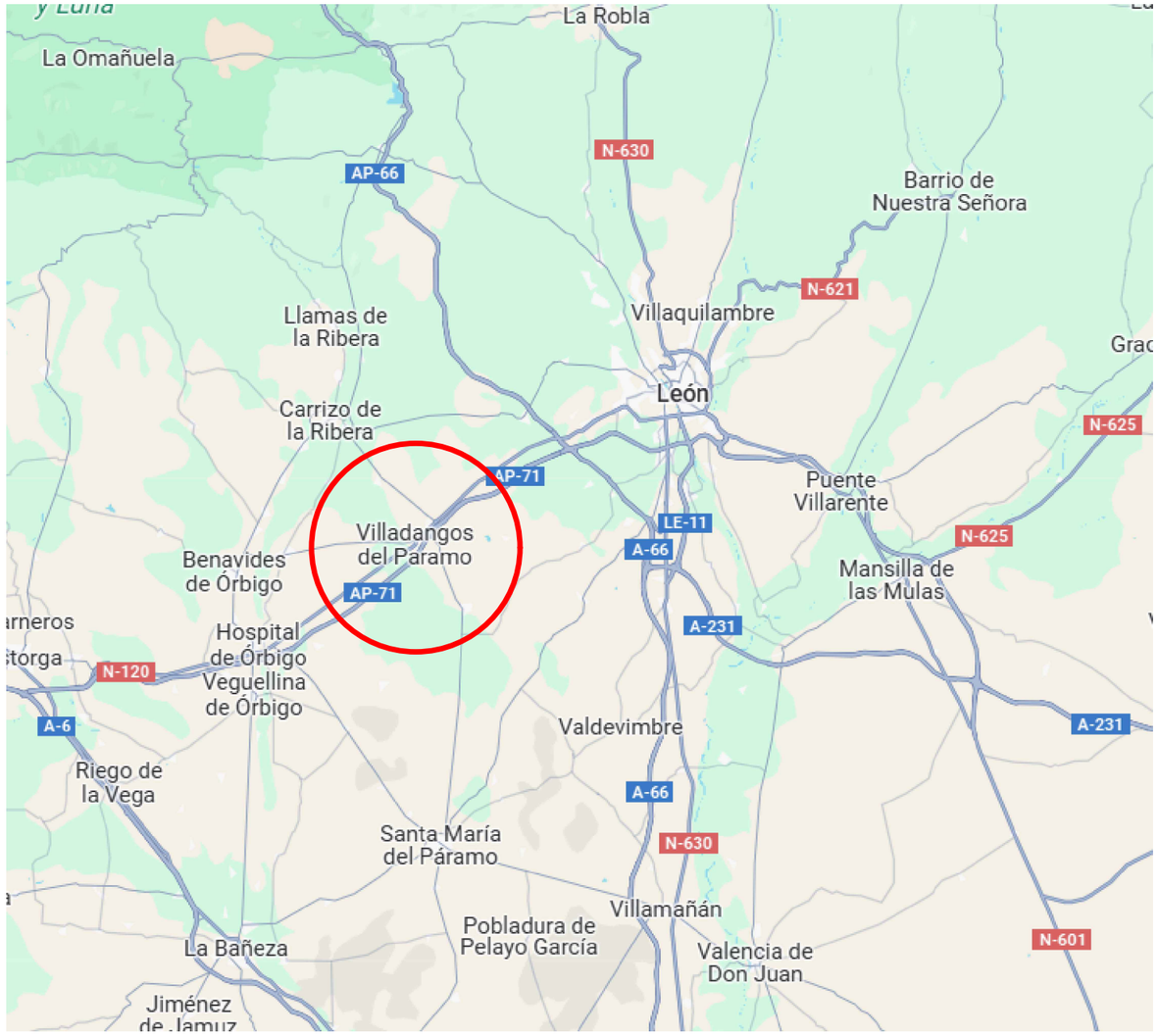
# DOCUMENTO II: PLANOS

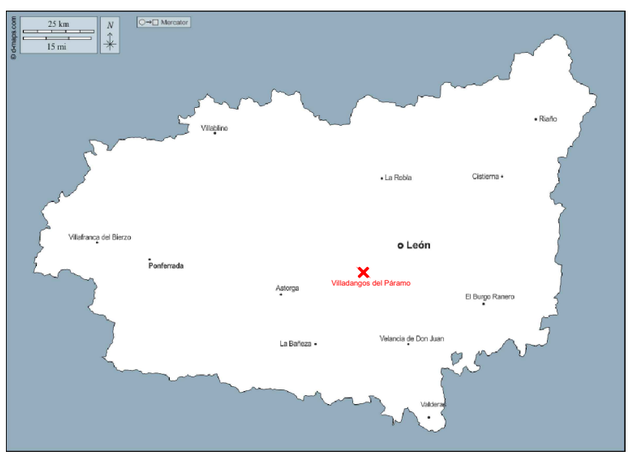
## ÍNDICE DE PLANOS

- Plano 1: Localización y situación
- Plano 2: Emplazamiento
- Plano 3: Replanteo
- Plano 4: Urbanización
- Plano 5: Cimentación
- -Plano 6: Estructura
- Plano 7: Cubierta
- Plano 8: Plantas generales
- Plano 9: Maquinaria y mobiliario
- Plano 10: Alzados generales
- Plano 11: Fontanería
- Plano 12: Saneamiento
- Plano 13: Luminarias
- Plano 14: Tomas de fuerza
- Plano 15: Instalación protección contra incendios
- Plano 16: Esquema unifilar
- Plano 17: Flujo del proceso








# UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
# E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)

PROYECTO DE INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE BOMBONES DE CHOCOLATE EN VILALDANGOS DEL PÁRAMO (LEÓN)

TÍTULO DEL PROYECTO

| | | |
|---|---|---|
| LUIS ANTONIO TAZO LERMA | SIN ESCALA | 1 |
| PROMOTOR | ESCALA | Nº PLANO |

LOCALIZACIÓN Y SITUACIÓN

TÍTULO DEL PLANO

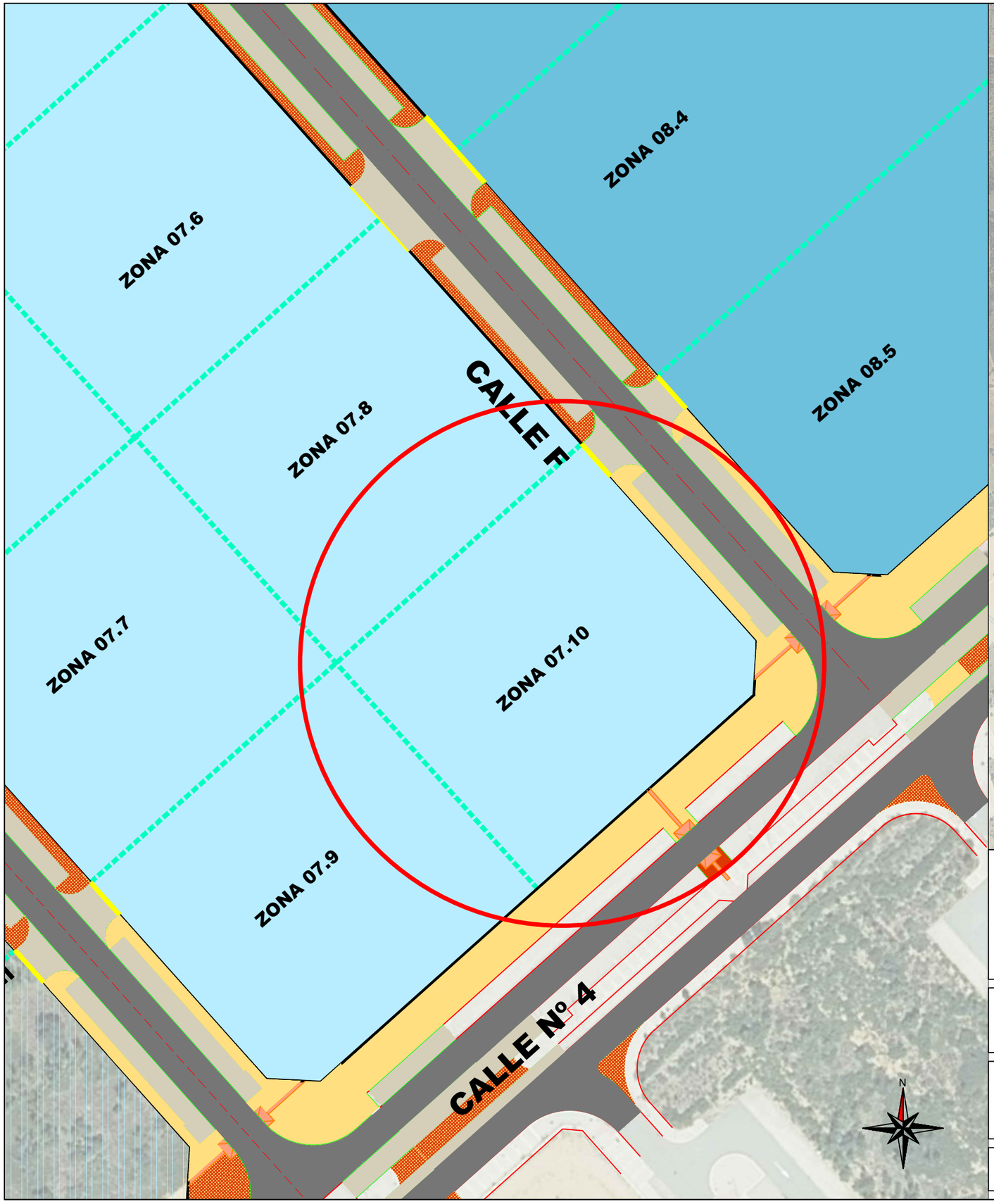
ING. DE LAS INDUSTRIAS AGRARIAS Y ALIMENTARIAS

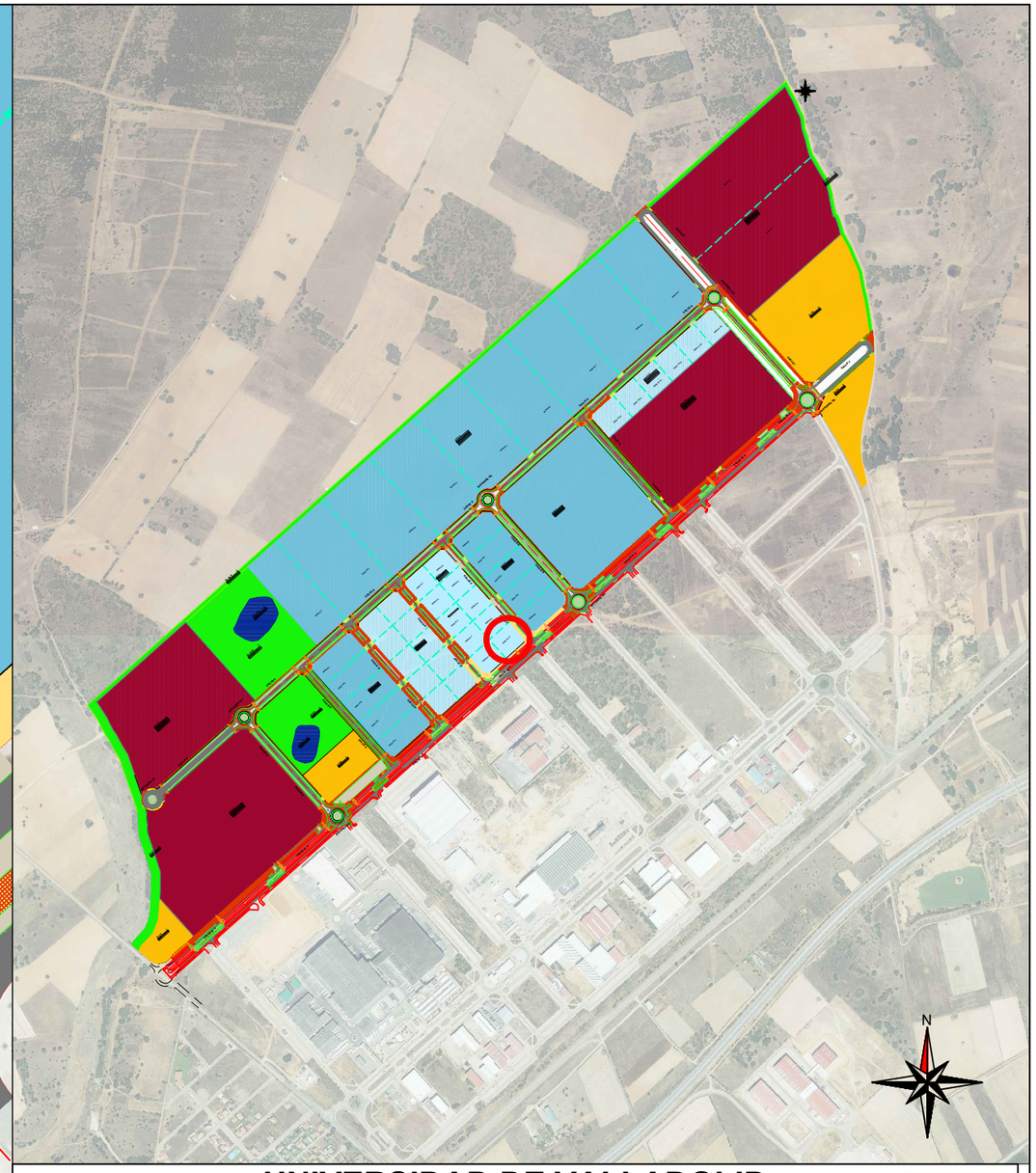
TITULACIÓN

ALUMNO/A: MIGUEL TAZO CASTRILLO

FECHA: SEPTIEMBRE 2025

FIRMA



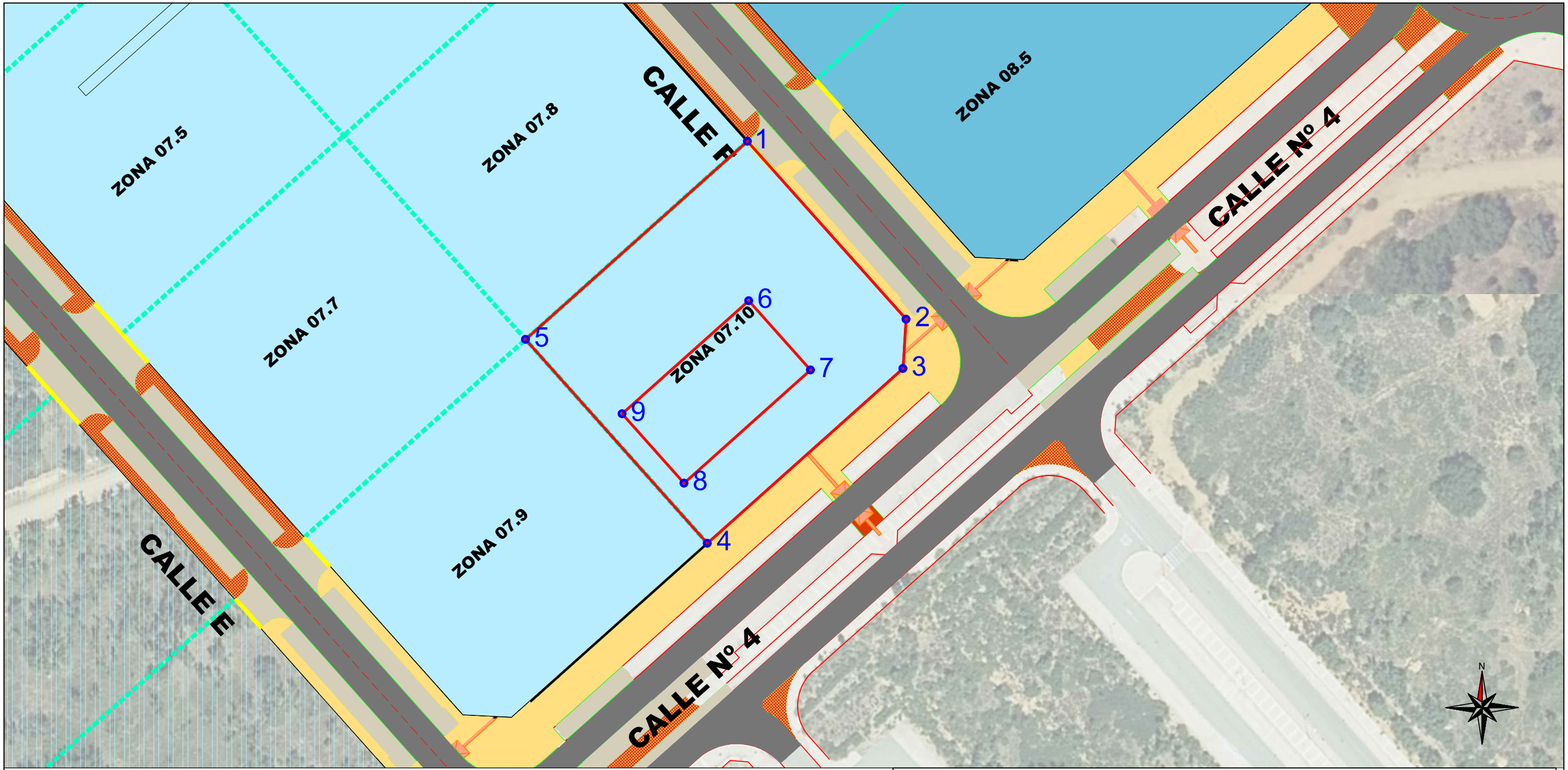

# UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
# E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)

PROYECTO DE INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE BOMBONES DE CHOCOLATE EN VILALDANGOS DEL PÁRAMO (LEÓN)

TÍTULO DEL PROYECTO

| | | |
|---|---|---|
| LUIS ANTONIO TAZO LERMA | 1/1.000<br>1/16.500 | 2 |
| PROMOTOR | ESCALA | Nº PLANO |

| | |
|---|---|
| EMPLAZAMIENTO | ALUMNO/A: MIGUEL TAZO CASTRILLO |
| TÍTULO DEL PLANO | |
| ING. DE LAS INDUSTRIAS AGRARIAS Y ALIMENTARIAS | FECHA: SEPTIEMBRE 2025 |
| TITULACIÓN | FIRMA |




| PUNTO | X | Y |
|---|---|---|
| 1 | 274284.7156 | 4713739.1998 |
| 2 | 274325.4008 | 4713693.6188 |
| 3 | 274324.6138 | 4713680.9859 |
| 4 | 274274.4475 | 4713636.2008 |
| 5 | 274227.8309 | 4713688.4188 |
| 6 | 274285.0500 | 4713698.3470 |
| 7 | 274300.8999 | 4713680.5926 |
| 8 | 274268.4491 | 4713651.6237 |
| 9 | 274252.5992 | 4713669.3781 |

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**
**E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)**

PROYECTO DE INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE BOMBONES DE CHOCOLATE EN VILALDANGOS DEL PÁRAMO (LEÓN)

TÍTULO DEL PROYECTO

| PROMOTOR | ESCALA | Nº PLANO |
|---|---|---|
| LUIS ANTONIO TAZO LERMA | 1/1000 | 3 |

REPLANTEO

TÍTULO DEL PLANO

ING. DE LAS INDUSTRIAS AGRARIAS Y ALIMENTARIAS

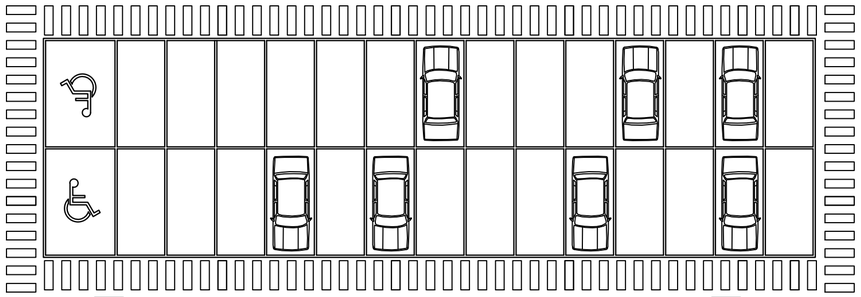
TITULACIÓN

ALUMNO/A: MIGUEL TAZO CASTRILLO

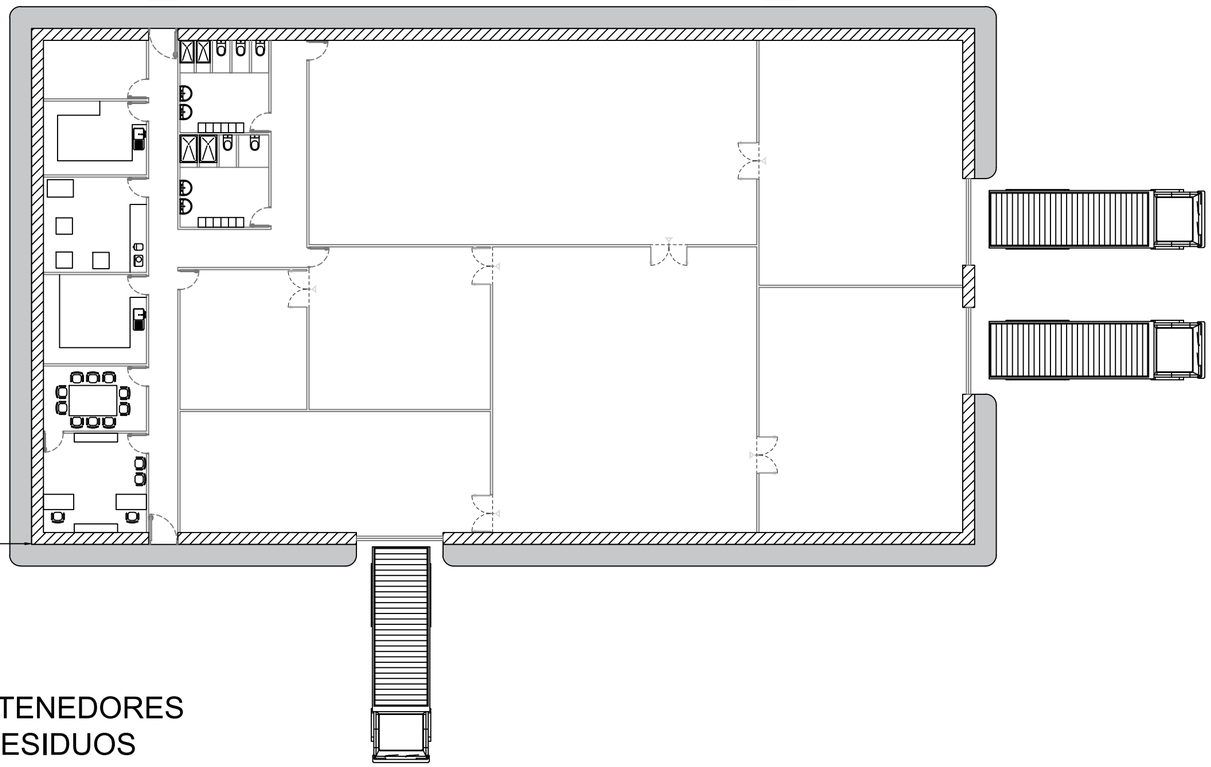
FECHA: SEPTIEMBRE 2025

FIRMA

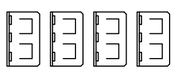
PARKING



ACCESO
PARCELA




CONTENEDORES
DE RESIDUOS



MURO PERIMETRAL

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**
**E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)**

PROYECTO DE INDUSTRIA DE BOMBONES DE CHOCOLATE EN VILLADANGOS DEL PÁRAMO (LEÓN)

TÍTULO DEL PROYECTO

| LUIS ANTONIO TAZO LERMA | 1/200 | 4 |
|---|---|---|
| PROMOTOR | ESCALA | Nº PLANO |

URBANIZACIÓN

TÍTULO DEL PLANO

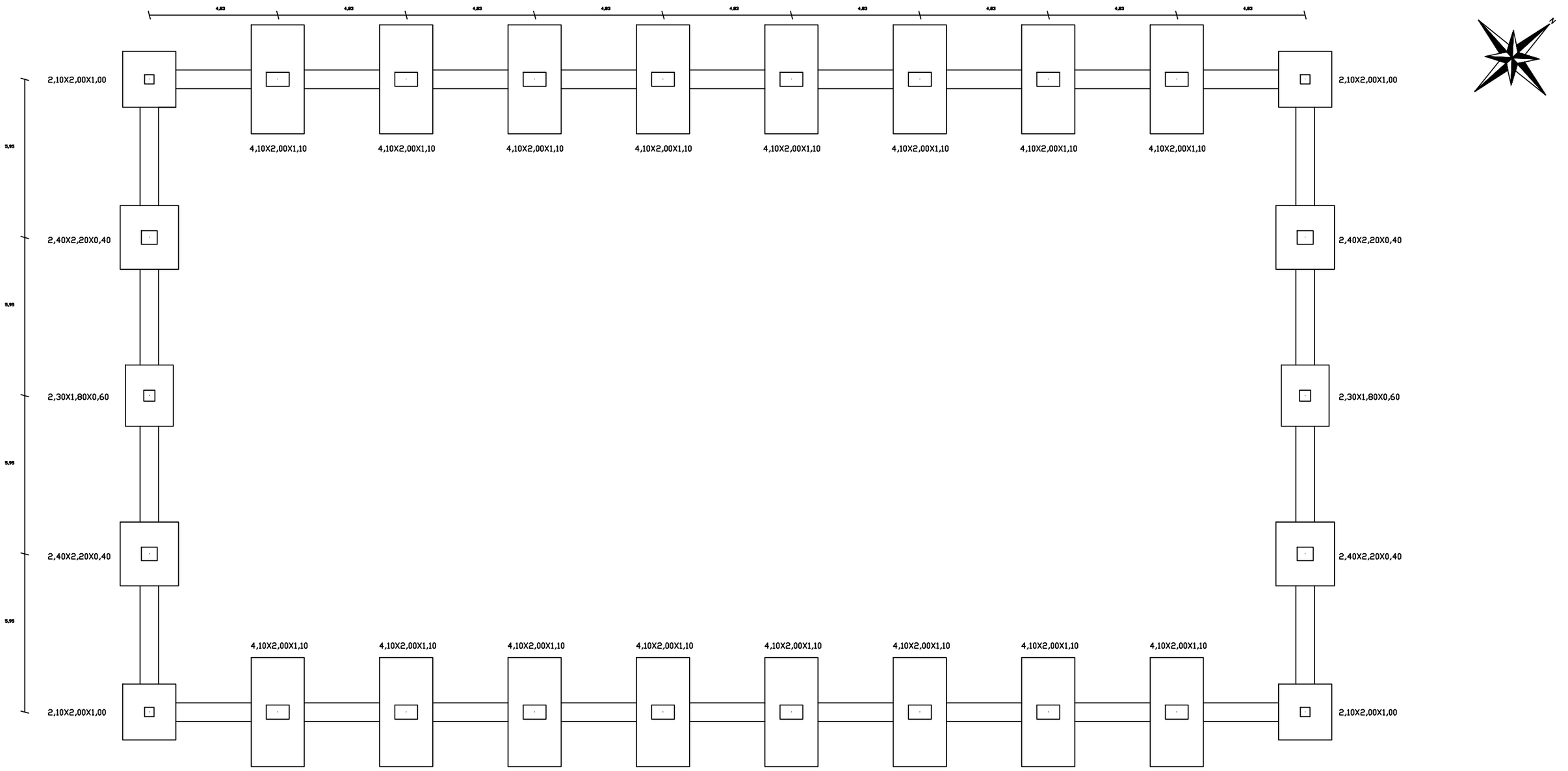
ING. DE LAS INDUSTRIAS AGRARIAS Y ALIMENTARIAS

TITULACIÓN

ALUMNO/A: MIGUEL TAZO CASTRILLO

FECHA: SEPTIEMBRE 2025

FIRMA




# UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
# E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)

PROYECTO DE INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE BOMBONES DE CHOCOLATE EN VILALDANGOS DEL PÁRAMO (LEÓN)

TÍTULO DEL PROYECTO

| PROMOTOR | ESCALA | Nº PLANO |
|---|---|---|
| LUIS ANTONIO TAZO LERMA | 1/150 | 5 |

CIMENTACIÓN

TÍTULO DEL PLANO

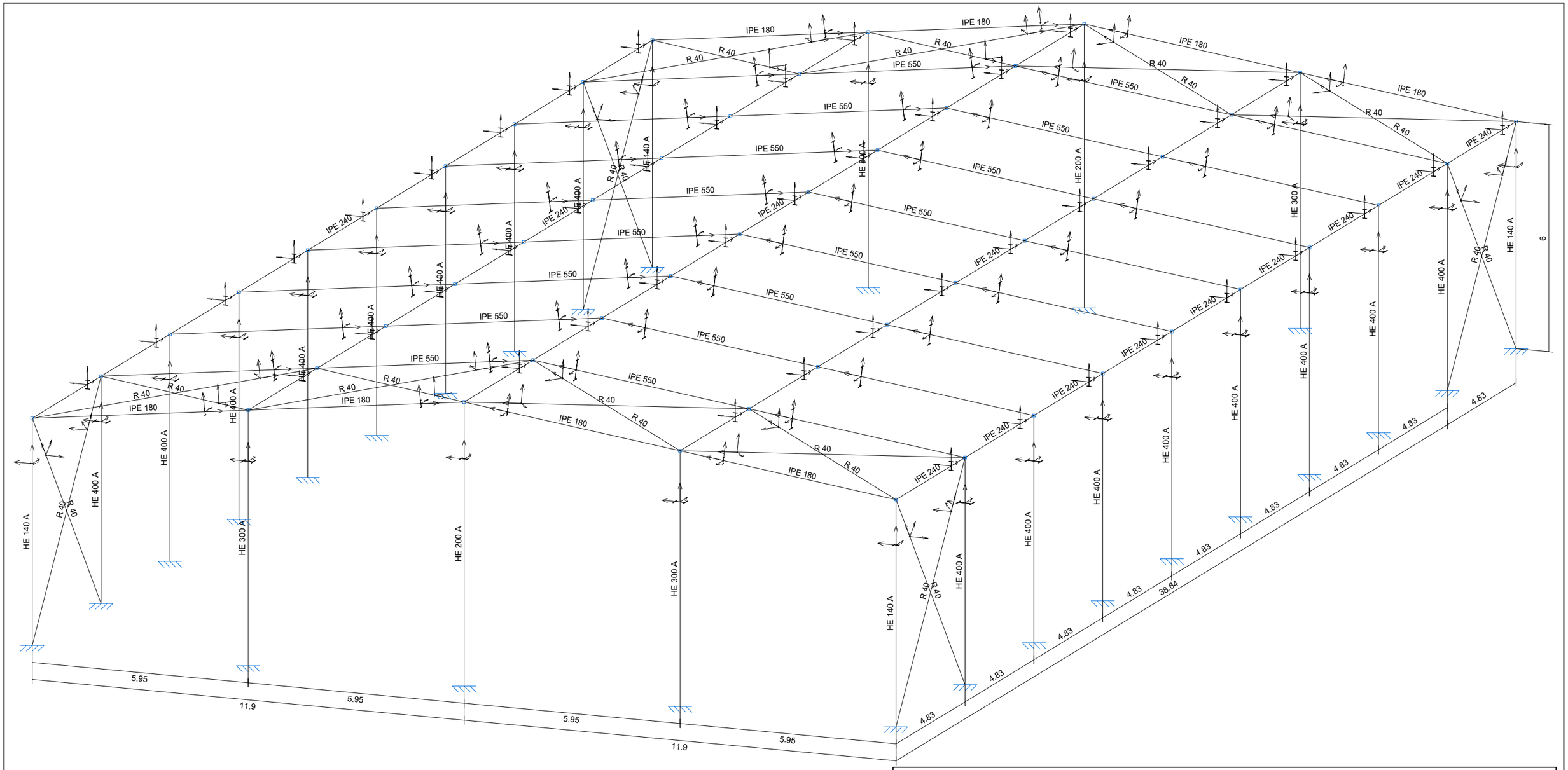
ING. DE LAS INDUSTRIAS AGRARIAS Y ALIMENTARIAS

TITULACIÓN

ALUMNO/A: MIGUEL TAZO CASTRILLO

FECHA: SEPTIEMBRE 2025

FIRMA




NAVE_IMPR
Norma de acero laminado: CTE DB SE-A
Acero laminado: S275
Escala: 1:100

# UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
# E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)

PROYECTO DE INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE BOMBONES DE CHOCOLATE EN VILALDANGOS DEL PÁRAMO (LEÓN)

TÍTULO DEL PROYECTO

| | | |
|---|---|---|
| LUIS ANTONIO TAZO LERMA | 1/100 | 6 |
| PROMOTOR | ESCALA | Nº PLANO |

ESTRUCTURA

TÍTULO DEL PLANO

ING. DE LAS INDUSTRIAS AGRARIAS Y ALIMENTARIAS

TITULACIÓN

ALUMNO/A: MIGUEL TAZO CASTRILLO

FECHA: SEPTIEMBRE 2025

FIRMA




# UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
# E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)

PROYECTO DE INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE BOMBONES DE CHOCOLATE EN VILALDANGOS DEL PÁRAMO (LEÓN)

TÍTULO DEL PROYECTO

| | | |
|---|---|---|
| LUIS ANTONIO TAZO LERMA | 1/150 | 7 |
| PROMOTOR | ESCALA | Nº PLANO |

CUBIERTA

TÍTULO DEL PLANO

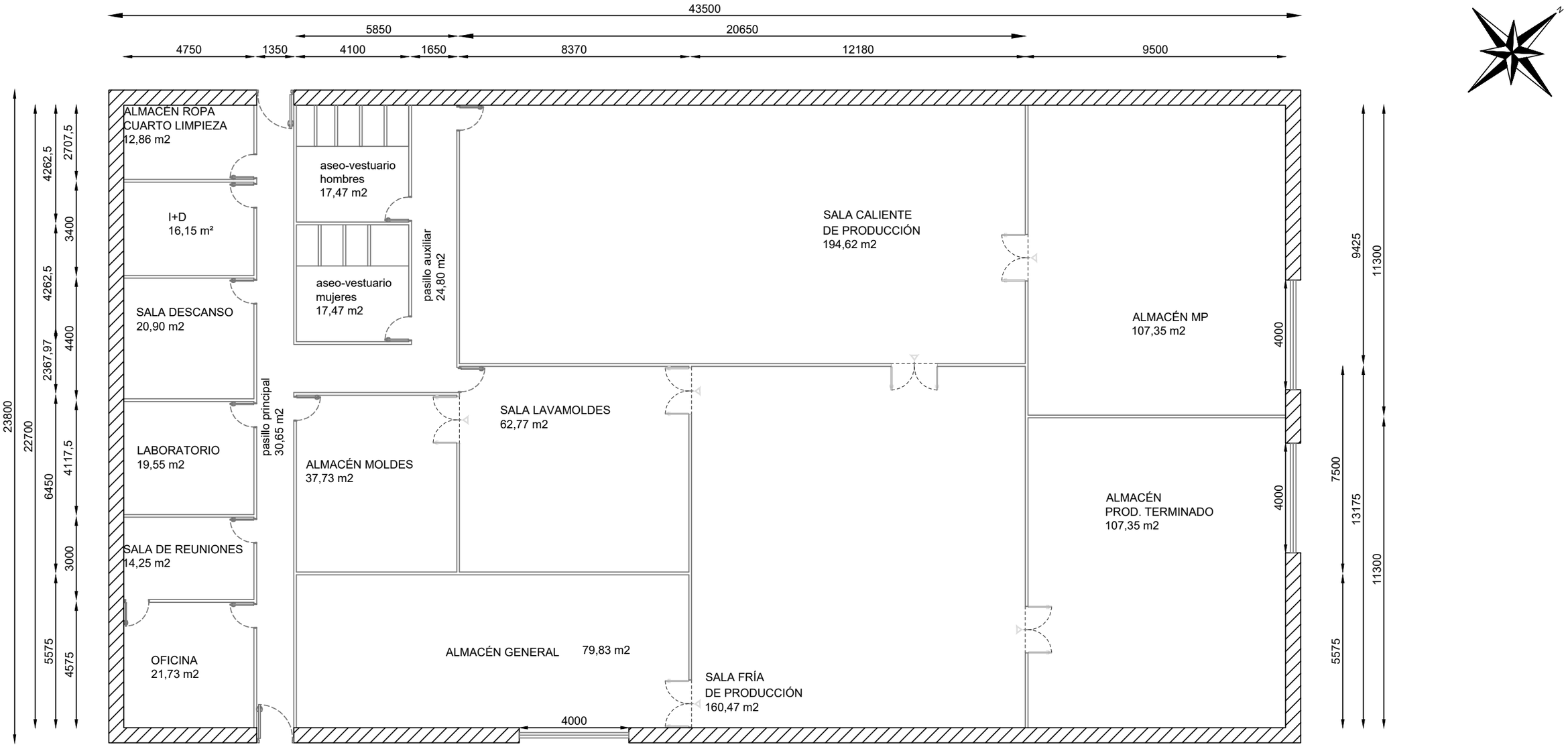
ALUMNO/A: MIGUEL TAZO CASTRILLO

ING. DE LAS INDUSTRIAS AGRARIAS Y ALIMENTARIAS

TITULACIÓN

FECHA: SEPTIEMBRE 2025

FIRMA




# UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
# E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)

PROYECTO DE INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE BOMBONES DE CHOCOLATE EN VILALDANGOS DEL PÁRAMO (LEÓN)

TÍTULO DEL PROYECTO

| | | |
|---|---|---|
| LUIS ANTONIO TAZO LERMA | 1/150 | 8 |
| PROMOTOR | ESCALA | Nº PLANO |

PLANTAS GENERALES

TÍTULO DEL PLANO

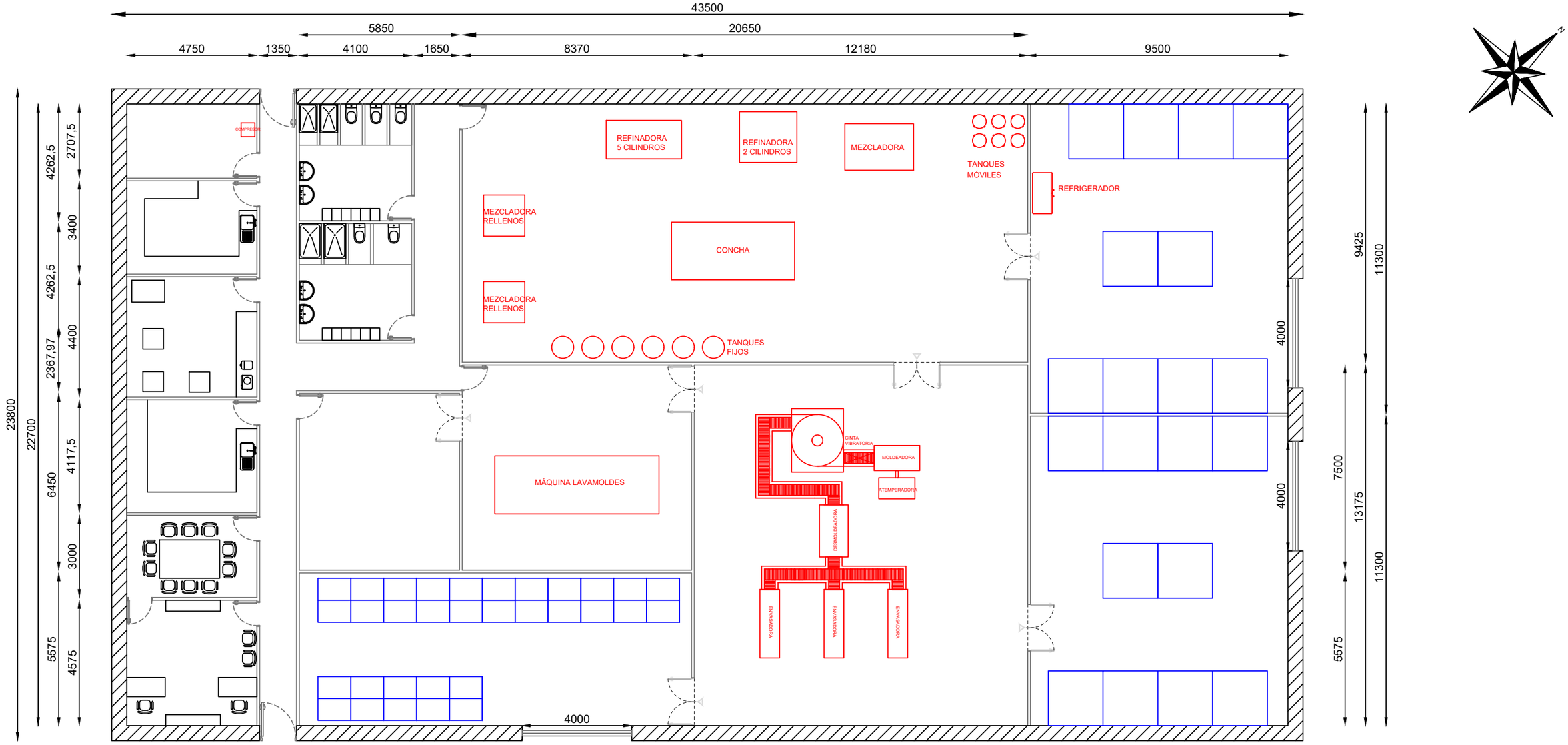
ING. DE LAS INDUSTRIAS AGRARIAS Y ALIMENTARIAS

TITULACIÓN

ALUMNO/A: MIGUEL TAZO CASTRILLO

FECHA: SEPTIEMBRE 2025

FIRMA




# UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
# E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)

PROYECTO DE INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE BOMBONES DE CHOCOLATE EN VILALDANGOS DEL PÁRAMO (LEÓN)

TÍTULO DEL PROYECTO

| | | |
|---|---|---|
| LUIS ANTONIO TAZO LERMA | 1/150 | 9 |
| PROMOTOR | ESCALA | Nº PLANO |

MAQUINARIA Y MOBILIARIO

TÍTULO DEL PLANO

GRADO EN ING. DE LAS INDUSTRIAS AGRARIAS Y ALIMENTARIAS

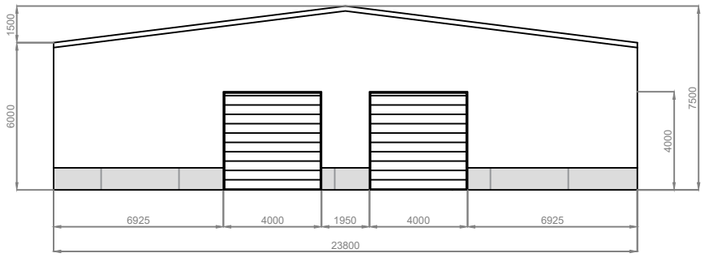
TITULACIÓN

ALUMNO/A: MIGUEL TAZO CASTRILLO

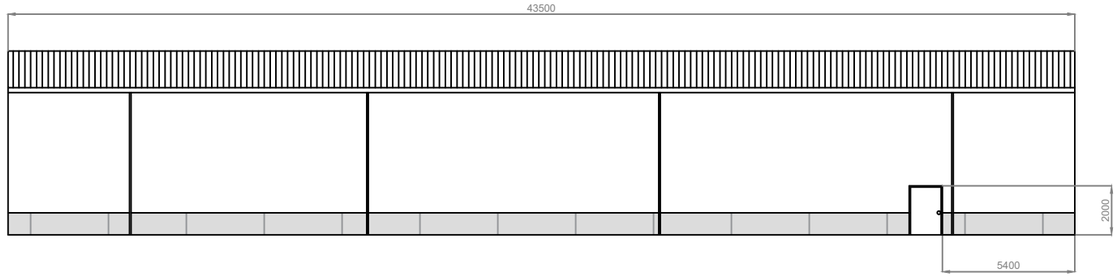
FECHA: SEPTIEMBRE 2025

FIRMA

# FACHADA NORDESTE



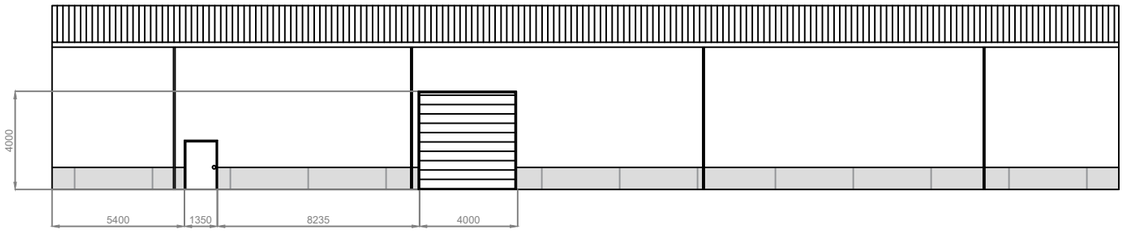

# FACHADA NOROESTE




# FACHADA SUROESTE




# FACHADA SURESTE




**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**
**E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)**

PROYECTO DE INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE BOMBONES DE CHOCOLATE EN VILALDANGOS DEL PÁRAMO (LEÓN)

TÍTULO DEL PROYECTO

| | | |
|---|---|---|
| LUIS ANTONIO TAZO LERMA | 1/250 | 10 |
| PROMOTOR | ESCALA | Nº PLANO |

ALZADOS GENERALES

TÍTULO DEL PLANO

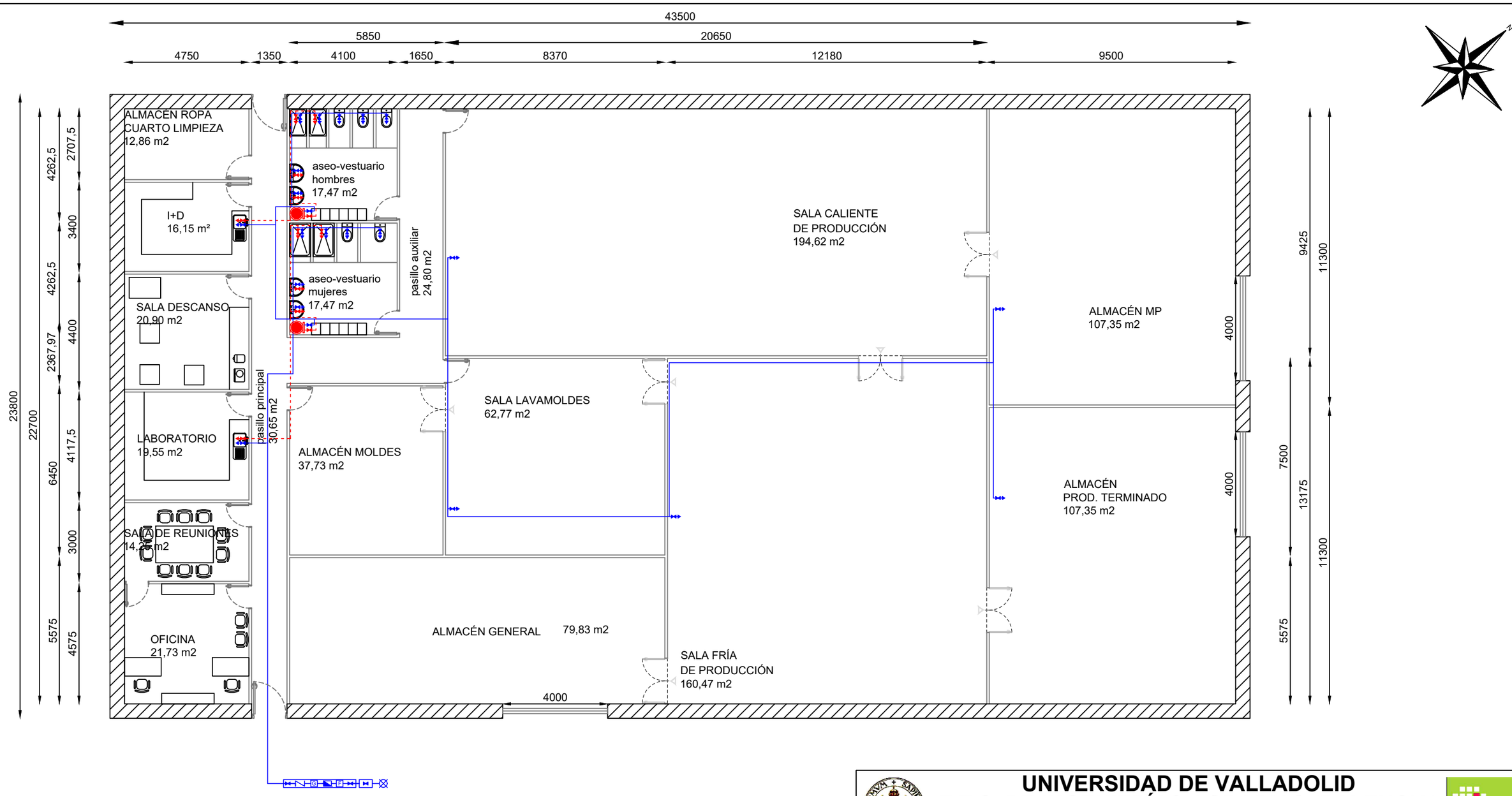
ING. DE LAS INDUSTRIAS AGRARIAS Y ALIMENTARIAS

TITULACIÓN

ALUMNO/A: MIGUEL TAZO CASTRILLO

FECHA: SEPTIEMBRE 2025

FIRMA




| LEYENDA FONTANERÍA | |
|---|---|
| | TUBERÍA DE ACS/AFS |
| | GRIFO DE ALIMENTACIÓN DE AGUA SANITARIA |
| | LLAVE DE PASO |
| | VÁLVULA ANTIRRETORNO |
| | ARMARIO PARA CONTADOR GENERAL |
| G | GRIFO DE COMPROBACIÓN |
| | CONTADOR GENERAL EN ARMARIO |
| F | FILTRO |
| | ARQUETA DE REGISTRO CON LLAVE GENERAL DE PASO |
| | COLLARÍN DE TOMA PARA ACOMETIDA |

# UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
# E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)

PROYECTO DE INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE BOMBONES DE CHOCOLATE EN VILALDANGOS DEL PÁRAMO (LEÓN)

TÍTULO DEL PROYECTO

| | | |
|---|---|---|
| LUIS ANTONIO TAZO LERMA | 1/150 | 11 |
| PROMOTOR | ESCALA | Nº PLANO |

INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

TÍTULO DEL PLANO

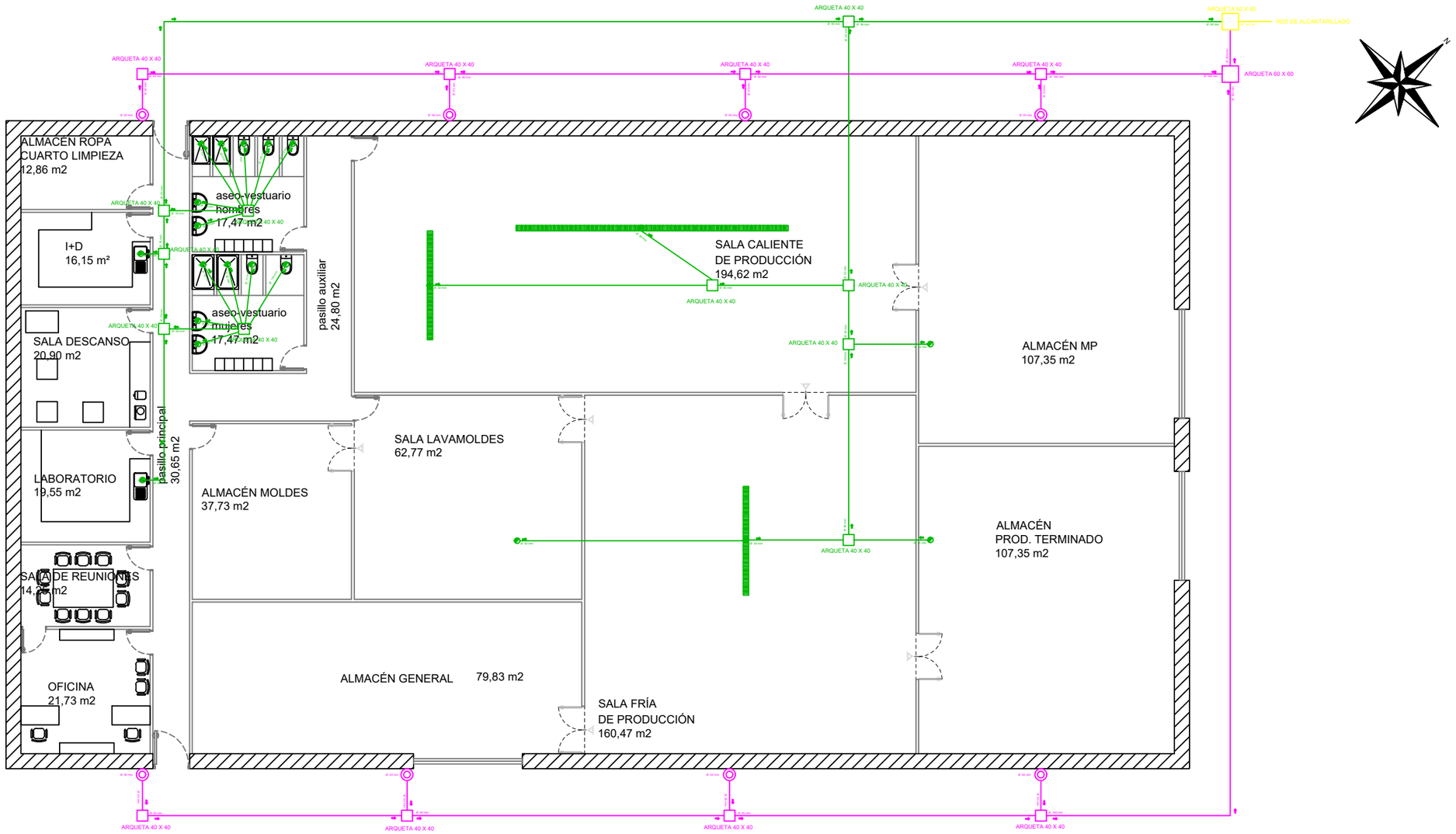
ING. DE LAS INDUSTRIAS AGRARIAS Y ALIMENTARIAS

TITULACIÓN

ALUMNO/A: MIGUEL TAZO CASTRILLO

FECHA:SEPTIEMBRE 2025

FIRMA




| LEYENDA SANEAMIENTO | |
|---|---|
| | TUBERÍA AGUA DE SANEAMIENTO |
| | DESAGÜE |
| | SENTIDO DE LA PENDIENTE |
| | ARQUETA DE PASO |
| | BAJANTE PLUVIAL |
| | SUMIDERO |

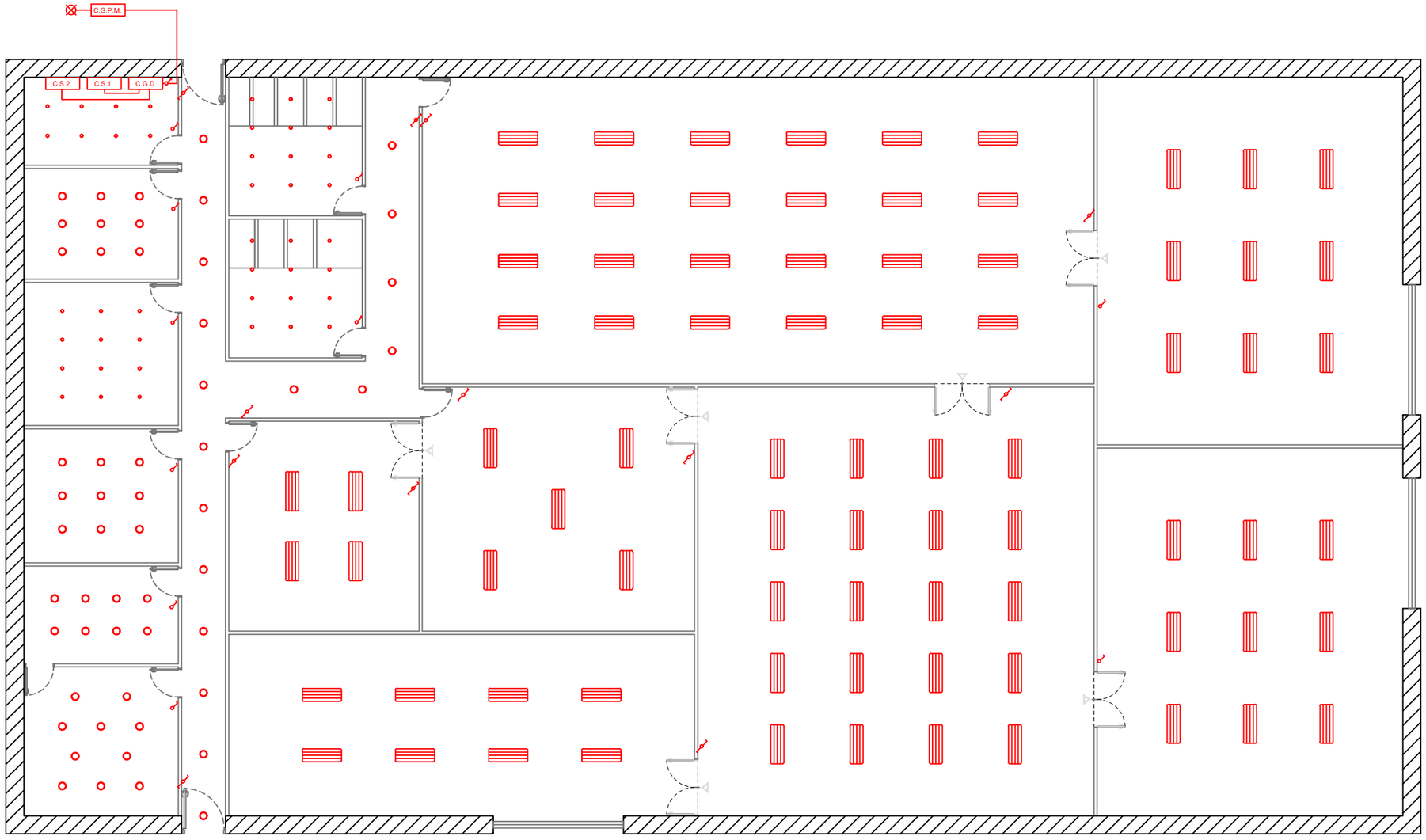
# UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
# E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)

PROYECTO DE INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE BOMBONES DE CHOCOLATE EN VILALDANGOS DEL PÁRAMO (LEÓN)

TÍTULO DEL PROYECTO

| PROMOTOR | ESCALA | Nº PLANO |
|---|---|---|
| LUIS ANTONIO TAZO LERMA | 1/175 | 12 |

| TÍTULO DEL PLANO | ALUMNO/A: |
|---|---|
| INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO | MIGUEL TAZO CASTRILLO |
| TITULACIÓN | FECHA: SEPTIEMBRE 2025 — FIRMA |
| ING. DE LAS INDUSTRIAS AGRARIAS Y ALIMENTARIAS | |




| LEYENDA ELECTRICIDAD | |
|---|---|
| | PANTALLA LED ESTÁNDAR TIPO LINEAL |
| | DOWNLIGHT LED 23 cm ALTO FLUJO |
| | LÁMPARA DOWNLIGHT LED 10 cm |
| | CONMUTADOR |
| | INTERRUPTOR |
| | INTERRUPTOR DE CONTROL DE PONTENCIA |
| C.G.D | CAJA GENERAL DE DISTRIBUCIÓN |
| C.G.P.M. | CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDA |
| | PUNTO DE ACOMETIDA DE RED ELÉCTRICA |
| C.S.1 | CUADRO SECUNDARIO Nº1 |
| C.S.2 | CAUDRO SECUNDARIO Nº2 |

# UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
## E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)

PROYECTO DE INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE BOMBONES DE CHOCOLATE EN VILALDANGOS DEL PÁRAMO (LEÓN)

TÍTULO DEL PROYECTO

| | | |
|---|---|---|
| LUIS ANTONIO TAZO LERMA | 1/150 | 13 |
| PROMOTOR | ESCALA | Nº PLANO |

INSTALACIÓN DE LUMINARIAS

TÍTULO DEL PLANO

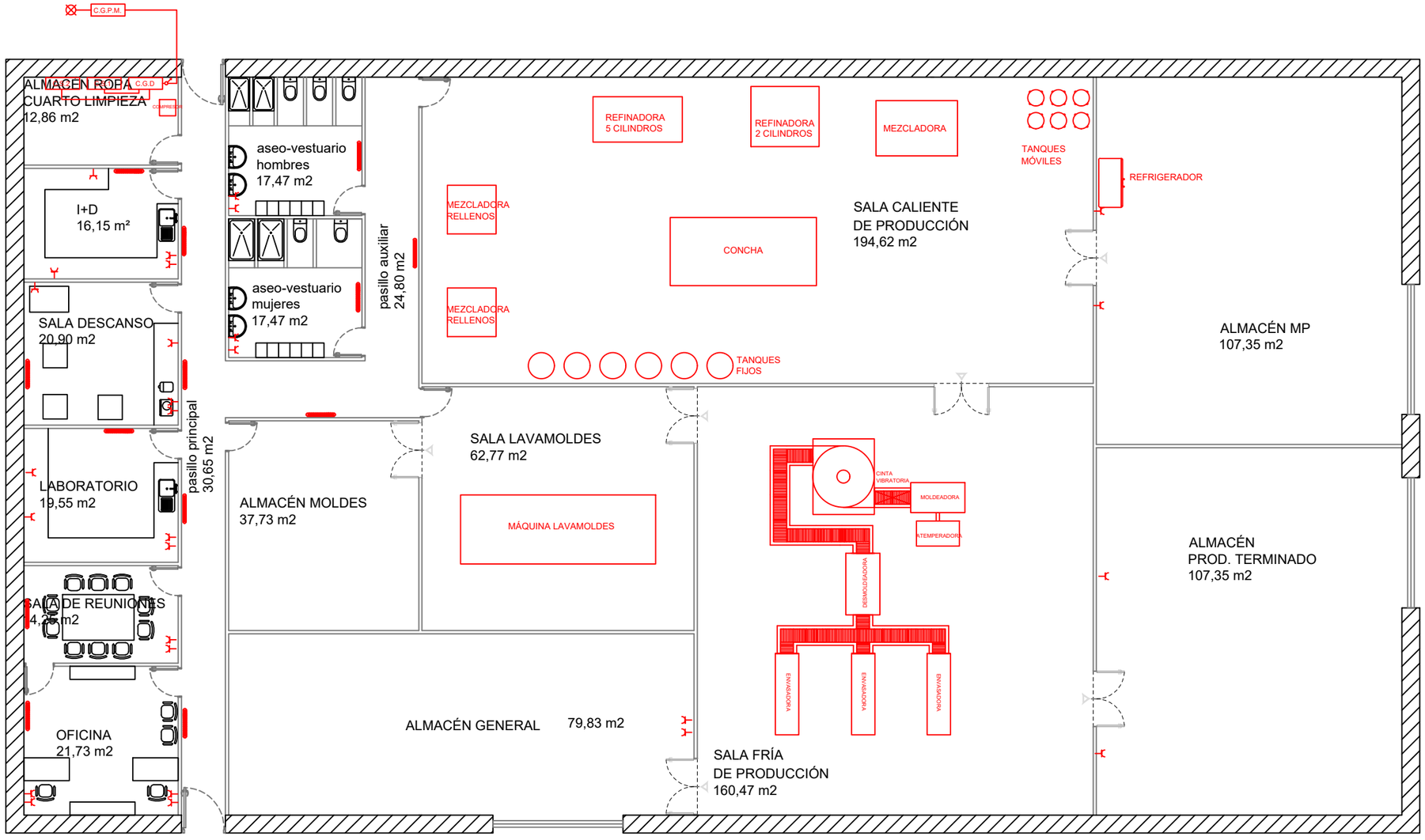
ING. DE LAS INDUSTRIAS AGRARIAS Y ALIMENTARIAS

TITULACIÓN

ALUMNO/A: MIGUEL TAZO CASTRILLO

FECHA: SEPTIEMBRE 2025

FIRMA




| LEYENDA ELECTRICIDAD | |
|---|---|
| ⊣ | TOMA DE CORRIETNE MONOFÁSICA |
| ▭ | RADIADOR ELÉCTRICO |
| ⊸ | INTERRUPTOR DE CONTROL DE PONTENCIA |
| C.G.D | CAJA GENERAL DE DISTRIBUCIÓN |
| C.G.P.M. | CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDA |
| ⊗ | PUNTO DE ACOMETIDA DE RED ELÉCTRICA |
| C.S.1 | CUADRO SECUNDARIO Nº1 |
| C.S.2 | CAUDRO SECUNDARIO Nº2 |

# UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
# E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)

PROYECTO DE INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE BOMBONES DE CHOCOLATE EN VILALDANGOS DEL PÁRAMO (LEÓN)

TÍTULO DEL PROYECTO

| | | |
|---|---|---|
| LUIS ANTONIO TAZO LERMA | 1/150 | 14 |
| PROMOTOR | ESCALA | Nº PLANO |

INSTALACIÓN DE TOMAS DE CORRIENTE Y FUERZA

TÍTULO DEL PLANO

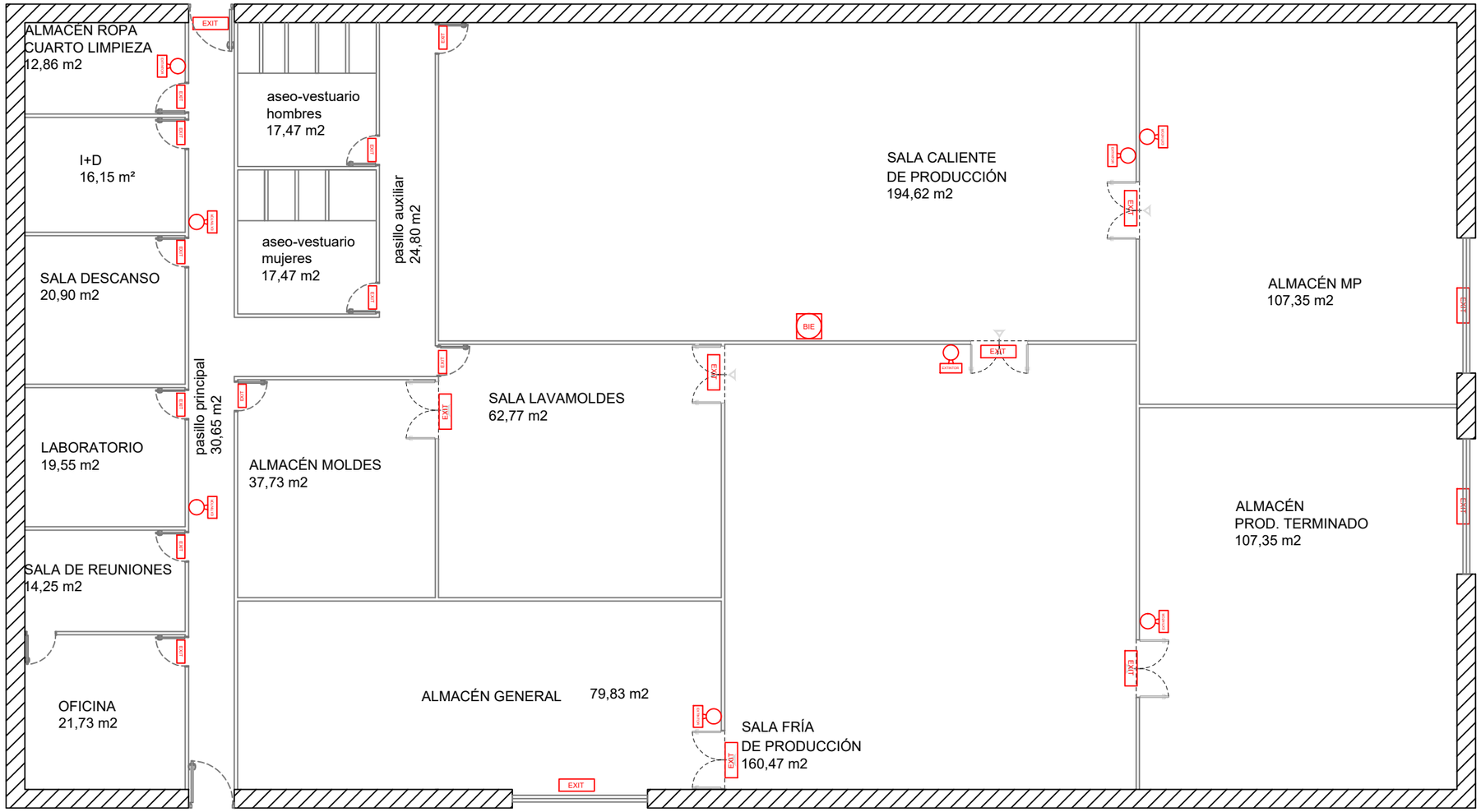
ING. DE LAS INDUSTRIAS AGRARIAS Y ALIMENTARIAS

TITULACIÓN

ALUMNO/A: MIGUEL TAZO CASTRILLO

FECHA: SEPTIEMBRE 2025

FIRMA




| LEYENDA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS | |
|---|---|
| EXIT | TOMA DE CORRIETNE MONOFÁSICA |
| EXTINTOR | EXTINTOR |
| BIE | BOCA DE INCENDIOS EQUIPADA |

# UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
# E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)

PROYECTO DE INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE BOMBONES DE CHOCOLATE EN VILALDANGOS DEL PÁRAMO (LEÓN)

TÍTULO DEL PROYECTO

| LUIS ANTONIO TAZO LERMA | 1/150 | 15 |
|---|---|---|
| PROMOTOR | ESCALA | Nº PLANO |

INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

TÍTULO DEL PLANO

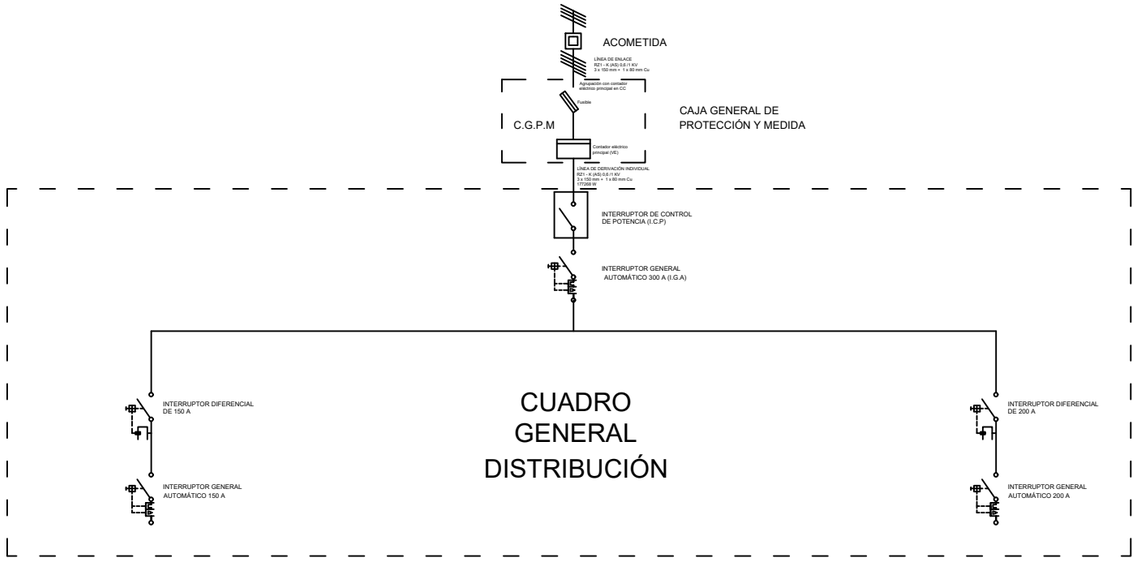
ING. DE LAS INDUSTRIAS AGRARIAS Y ALIMENTARIAS

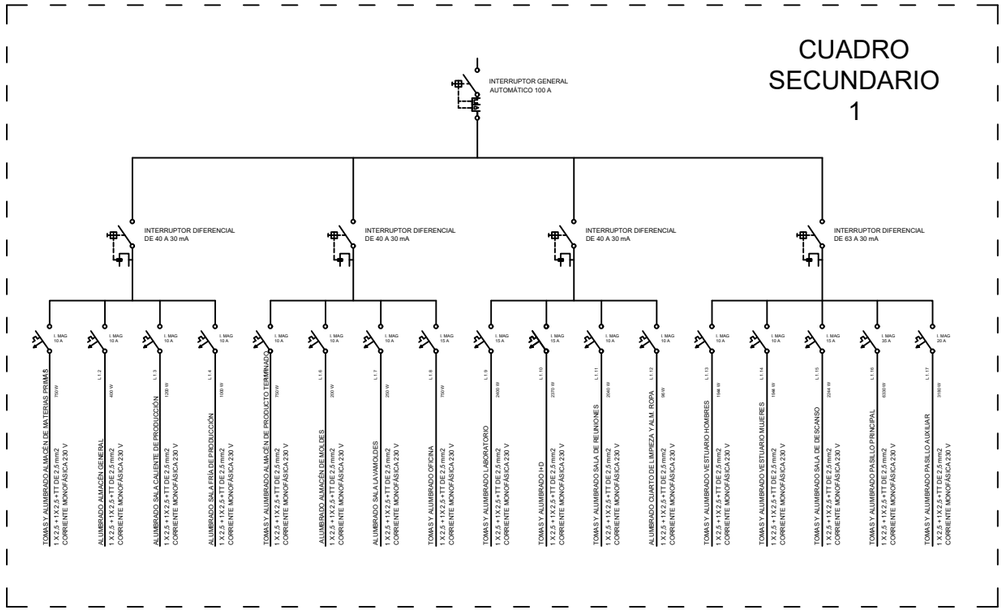
TITULACIÓN

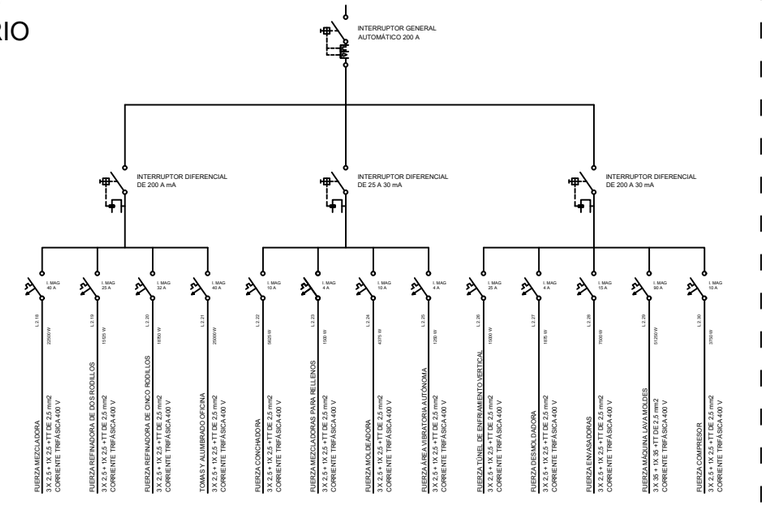
ALUMNO/A: MIGUEL TAZO CASTRILLO

FECHA: SEPTIEMBRE 2025

FIRMA




# UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
# E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)

PROYECTO DE INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE BOMBONES DE CHOCOLATE EN VILLADANGOS DELPÁRAMO (LEÓN)

TÍTULO DEL PROYECTO

| PROMOTOR | ESCALA | Nº PLANO |
|---|---|---|
| LUIS ANTONIO TAZO LERMA | SIN ESCALA | 16 |

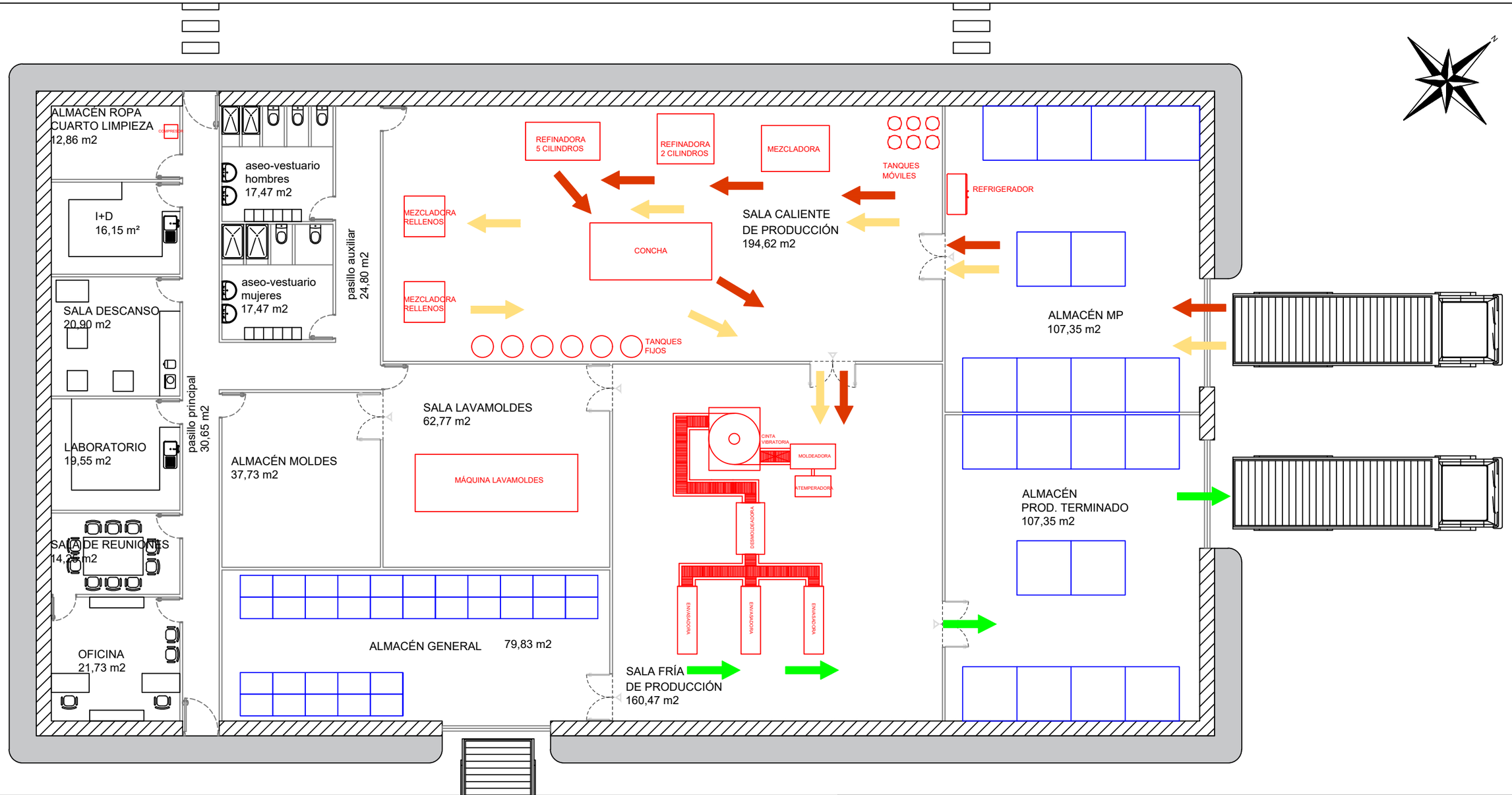
TÍTULO DEL PLANO: ESQUEMA UNIFILAR

TITULACIÓN: ING. DE LAS INDUSTRIAS AGRARIAS Y ALIMENTARIAS

ALUMNO/A: MIGUEL TAZO CASTRILLO

FECHA: SEPTIEMBRE 2025

FIRMA




## LEYENDA FLUJO DEL PROCESO

| | |
|---|---|
| → | FLUJO DE CHOCOLATE |
| → | FLUJO DE RELLENOS |
| → | FLUJO DE PRODUCTO TERMINADO |

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**
**E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)**

PROYECTO DE INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE BOMBONES DE CHOCOLATE EN VILALDANGOS DEL PÁRAMO (LEÓN)

TÍTULO DEL PROYECTO

| | | |
|---|---|---|
| LUIS ANTONIO TAZO LERMA | 1/150 | 17 |
| PROMOTOR | ESCALA | Nº PLANO |

FLUJO DEL PROCESO

TÍTULO DEL PLANO

ING. DE LAS INDUSTRIAS AGRARIAS Y ALIMENTARIAS

TITULACIÓN

ALUMNO/A: MIGUEL TAZO CASTRILLO

FECHA: SEPTIEMBRE 2025

FIRMA

# DOCUMENTO III

# PLIEGO DE CONDICIONES

Miguel Tazo Castrillo
Universidad de Valladolid (Campus de Palencia) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Grado en Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

# ÍNDICE

**1. Objeto ..... 8**

**1.1. Descripción de las obras ..... 8**

**1.2. Condiciones generales ..... 8**

1.2.1. Dirección de obra ..... 8

1.2.2. Representación del contratista ..... 9

1.2.3. Documentos que se entregan al contratista ..... 10

**1.3. Definición de las obras ..... 11**

1.3.1. Documentos que definen las obras y orden de prelación ..... 11

**1.4. Desarrollo y control de las obras ..... 12**

1.4.1. Permisos y licencias ..... 12

1.4.2. Replanteo ..... 12

1.4.3. Equipos y maquinaria ..... 14

1.4.4. Construcciones auxiliares ..... 14

1.4.5. Control de calidad ..... 15

1.4.6. Materiales ..... 15

1.4.7. Acopios, acondicionamientos de terreno y préstamos ..... 16

1.4.8. Acceso a las obras ..... 17

1.4.9. Seguridad y salud ..... 18

1.4.10. Control de ruido y vibraciones ..... 19

1.4.11. Emergencias ..... 19

1.4.12. Modificaciones de obra ..... 19

**1.5. Señalización de obras e instalaciones ..... 20**

**1.6. Conservación de las obras durante su ejecución ..... 20**

**1.7. Permisos y licencias ..... 20**

**1.8. Conservación de las obras ejecutadas en el plazo de garantía ..... 21**

**1.9. Limpieza de obras ..... 21**

**1.10. Recepción ..... 21**

**1.11. Plazos de ejecución y garantía ..... 22**

**1.12. Obra defectuosa ..... 22**

**1.13. Medición de las obras ..... 22**

**1.14. Certificaciones ..... 22**

**1.15. Precios unitarios ..... 23**

**1.16. Modo de abonar las obras completas ..... 23**

**1.17. Modo de abonar las obras incompletas ..... 24**

**1.18. Otros gastos de cuenta del contratista ..... 24**
1.18.1. Impuestos ..... 24
1.18.2. Otros gastos ..... 24
**1.19. Partidas alzadas a justificar ..... 25**
**2. Materiales básicos ..... 25**
**2.1. Condiciones generales ..... 25**
2.1.1. Control de calidad ..... 26
2.1.2. Acopios ..... 27
**2.2. Cementos ..... 27**
2.2.1. Definición ..... 27
2.2.2. Condiciones generales ..... 27
2.2.3. Transporte y almacenamiento ..... 28
2.2.4. Control de calidad ..... 28
2.2.5. Medición y abono ..... 28
**2.3. Hormigones ..... 29**
2.3.1. Definición ..... 29
2.3.2. Características de los hormigones de uso estructural ..... 29
2.3.3. Condiciones de suministro y almacenaje ..... 32
2.3.4. Medición y abono ..... 33
**2.4. Barras corrugadas para hormigón armado ..... 33**
2.4.1. Definición y clasificación ..... 33
2.4.2. Características mecánicas ..... 34
2.4.3. Almacenamiento ..... 34
2.4.4. Recepción ..... 34
2.4.5. Medición y abono ..... 34
**2.5. Encofrados ..... 35**
**2.6. Zahorras ..... 35**
2.6.1. Definición ..... 35
2.6.2. Materiales ..... 35
2.6.3. Especificaciones de la unidad terminada ..... 36
2.6.4. Medición y abono ..... 36
**2.7. Áridos para morteros ..... 37**
2.7.1. Generalidades ..... 37
2.7.2. Designación y tamaños del árido ..... 37

2.7.3. Prescripciones y ensayos ..... 38
2.7.4. Suministro y almacenamiento de los áridos ..... 38
2.7.5. Medición y abono ..... 38
**2.8. Agua ..... 38**
2.8.1. Condiciones generales ..... 38
2.8.2. Control de calidad ..... 38
**2.9. Tubos en general ..... 39**
**2.10. Tubos de pvc ..... 39**
2.10.1. Condiciones generales ..... 39
2.10.2. Resistencia ..... 40
2.10.3. Tubos a emplear ..... 40
2.10.4. Control de calidad ..... 40
2.10.5. Medición y abono ..... 41
**3. Unidades de obra ..... 42**
**3.1. Despeje y desbroce del terreno ..... 42**
3.1.1. Definición ..... 42
3.1.2. Ejecución de las obras ..... 42
3.1.3. Medición y abono ..... 44
**3.2. Excavación en desmonte ..... 44**
3.2.1. Ejecución ..... 44
3.2.2. Medición y abono ..... 45
**3.3. Excavación en zanjas y pozos ..... 45**
3.3.1. Definición ..... 45
3.3.2. Ejecución de las obras ..... 45
3.3.3. Medición y abono ..... 46
**3.4. Rellenos localizados ..... 47**
3.4.1. Definición ..... 47
3.4.2. Materiales ..... 47
3.4.3. Medición y abono ..... 47
**3.5. Zahorras ..... 47**
3.5.1. Materiales ..... 47
3.5.2. Equipo necesario par al ejecución de las obras ..... 51
3.5.3. Ejecución de las obras ..... 54
3.5.4. Tramo de prueba ..... 57

3.5.5. Especificaciones de la unidad terminada ..... 58
3.5.6. Limitaciones de la ejecución ..... 59
3.5.7. Control de calidad ..... 59
3.5.8. Criterios de aceptación o rechazo ..... 63
3.5.9. Medición y abono ..... 65
**3.6. Tuberías ..... 65**
3.6.1. Ejecución de las tuberías ..... 65
3.6.2. Control de calidad ..... 66
3.6.3. Medición y abono ..... 66
**3.7. Aceras de hormigón ..... 67**
3.7.1. Definición ..... 67
3.7.2. Materiales ..... 67
3.7.3. Medición y abono ..... 67
**3.8. Bordillos ..... 67**
3.8.1. Definición ..... 67
3.8.2. Materiales ..... 67
3.8.3. Ejecución de las obras ..... 68
3.8.4. Medición y abono ..... 68
**3.9. Obras de hormigón ..... 68**
3.9.1. Definición ..... 68
3.9.2. Materiales ..... 69
3.9.3. Ejecución ..... 70
3.9.4. Medición y abono ..... 75
**3.10. Armaduras ..... 76**
**3.11. Prefabricados de hormigón armado ..... 79**
3.11.1. Definición ..... 79
3.11.2. Materiales ..... 80
3.11.3. Puesta en obra y montaje ..... 80
3.11.4. Control de calidad ..... 81
3.11.5. Medición y abono ..... 81
**3.12. Canalizaciones de electricidad ..... 81**
3.12.1. Definición ..... 81
3.12.2. Materiales ..... 82
3.12.3. Ejecución de las obras ..... 82

3.12.4. Transporte de bobinas de cables ..... 85
3.12.5. Tendido de cables ..... 86
3.12.6. Protección mecánica ..... 87
3.12.7. Señalización ..... 88
3.12.8. Identificación ..... 88
3.12.9. Medición y abono ..... 88
**3.13. Conductores eléctricos ..... 88**
3.13.1. Definición ..... 88
3.13.2. Medición y abono ..... 89
**3.14. Tuberías de polietileno empleadas en abastecimiento y riego ..... 89**
3.14.1. Definición ..... 89
3.14.2. Tuberías de PE ..... 89
3.14.3. Características de los tubos ..... 90
3.14.4. Recepción y almacenaje ..... 90
3.14.5. Juntas ..... 91
3.14.6. Piezas especiales ..... 91
3.14.7. Protección de las piezas especiales ..... 91
3.14.8. Prueba y presión de trabajo ..... 92
3.14.9. Ejecución de las obras ..... 92
3.14.10. Medición y abono ..... 93
**3.15. Tuberías de PVC empleadas en saneamiento ..... 93**
3.15.1. Definición ..... 93
3.15.2. Tuberias de pvc ..... 93
3.15.3. Caracteristicas de los tubos ..... 94
3.15.4. Recepción ..... 94
3.15.5. Juntas ..... 95
3.15.6. Piezas especiales ..... 95
**3.16. Arquetas ..... 95**
3.16.1. Definición ..... 95
3.16.2. Formas y dimensiones ..... 95
3.16.3. Materiales ..... 96
3.16.4. Ejecución de las obras ..... 96
3.16.5. Medición y abono ..... 96
**3.17. Pozos de registro ..... 96**

3.17.1. Definición ..... 96
3.17.2. Forma y dimensiones ..... 96
3.17.3. Materiales ..... 97
3.17.4. Ejecución de las obras ..... 97
3.17.5. Medición y abono ..... 97
**3.18. Piezas especiales, valvulería y aparatos de medida ..... 97**
3.18.1. Definición ..... 97
3.18.2. Materiales ..... 97
3.18.3. Medición y abono ..... 98
**3.19. Accesorios ..... 98**
3.19.1. Definición ..... 98
3.19.2. Medición y abono ..... 99
**3.20. Cartel de obras ..... 99**
3.20.1. Definición ..... 99
3.20.2. Materiales ..... 99
3.20.3. Medición y abono ..... 99
**3.21. Partidas alzadas ..... 100**
3.21.1. Definición ..... 100
3.21.2. Medición y abono ..... 100
**3.22. Otras unidades de obra ..... 100**
**3.23. Obras sin precio ni unidad ..... 100**
**4. Desarrollo de las obras ..... 100**
**4.1. Dirección de obra ..... 100**
**4.2. Ocupación de terrenos por el contratista ..... 100**
**4.3. Presencia del contratista en la obra ..... 101**
**4.4. Órdenes de servicio y comunicaciones de la obra ..... 101**
**4.5. Procedencia y aprovechamiento de materiales ..... 101**
**4.6. Construcciones provisionales y auxiliares ..... 101**
**4.7. Energía, combustible y suministro de agua ..... 101**
**4.8. Instalaciones sanitaras y limpieza de la obra ..... 102**
**5. Disposiciones finales ..... 102**

# 1. Objeto

El presente Pliego tiene por objeto la determinación de las Prescripciones Técnicas que, junto con las que se citan en otros apartados, deberán tenerse en cuenta en la ejecución de las obras.

Lo establecido anteriormente será de aplicación a la ejecución de las obras del proyecto "**PROYECTO DE INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE BOMBONES DE CHOCOLATE EN VILLADANGOS DEL PÁRAMO (LEÓN)"**

## 1.1. Descripción de las obras

El conjunto de las obras se explica y detalla en el Documento Nº1 – Memoria, del presente proyecto.

## 1.2. Condiciones generales

### 1.2.1. Dirección de obra

El Director de Obra es la persona con titulación adecuada y suficiente, directamente responsable de la comprobación y vigilancia de la correcta realización de las obras contratadas.

Las funciones del Director, en orden a la dirección, control y vigilancia de las obras que fundamentalmente afectan a sus relaciones con el Contratista, son las siguientes:

- Exigir al Contratista, directamente o a través del personal a sus órdenes, el cumplimiento de las condiciones contractuales.
- Garantizar la ejecución de las obras con estricta sujeción al proyecto aprobado, modificaciones debidamente autorizadas, y el cumplimiento del programa de trabajos.
- Definir aquellas condiciones técnicas que los Pliegos de Prescripciones correspondientes dejan a su decisión.
- Resolver todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a interpretación de planos, condiciones de materiales y ejecución de unidades de obra, siempre que no se modifiquen las condiciones del Contrato.
- Estudiar las incidencias o problemas planteados en las obras que impidan el normal cumplimiento del Contrato o aconsejen su modificación, tramitando, en su caso, las propuestas correspondientes.

- Proponer las actuaciones procedentes para obtener, de los organismos oficiales y de los particulares, los permisos y autorizaciones necesarios para la ejecución de las obras y ocupación de los bienes afectados por ellas, y resolver los problemas planteados por los servicios y servidumbres relacionados con las mismas.
- Asumir personalmente y bajo su responsabilidad, en caso de urgencia o gravedad la dirección inmediata de determinadas operaciones o trabajos en curso, para lo cual el Contratista deberá poner a su disposición el personal y material de la obra.
- Acreditar al Contratista las obras realizadas, conforme a lo dispuesto en los documentos del Contrato.
- Participar en la recepción y redactar la liquidación de las obras, conforme a las normas legales establecidas.

El Contratista estará obligado a prestar su colaboración al Director para el normal cumplimiento de las funciones a éste encomendadas.

Las atribuciones asignadas en el presente Pliego al Director de la Obra y las que le asigne la legislación vigente, podrán ser delegadas en su personal colaborador de acuerdo con las prescripciones establecidas, pudiendo exigir el Contratista que dichas atribuciones delegadas se emitan explícitamente en orden que conste en el correspondiente "Libro de Órdenes e Incidencias".

Cualquier miembro del equipo colaborador del Director de Obra, incluido explícitamente en el órgano de Dirección de Obra, podrá dar en caso de emergencia, a juicio de él mismo, las instrucciones que estime pertinentes dentro de las atribuciones legales, que serán de obligado cumplimiento por el Contratista.

La inclusión en el presente Pliego de las expresiones Director de Obra y Dirección de Obra son prácticamente ambivalentes, teniendo en cuenta lo antes enunciado, si bien debe entenderse aquí que al indicar Dirección de Obra, las funciones o tareas a que se refiere dicha expresión son presumiblemente delegables.

### 1.2.2. Representación del contratista

El Contratista antes de que se inicien las obras, comunicará por escrito el nombre de la persona que haya de estar por su parte al frente de las mismas para representarle como "Delegado de Obra", según lo dispuesto en el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado (P.C.A.G.).

Este representante tendrá titulación de acuerdo con la legislación vigente, así se hará constar en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares del Contrato (P.C.A.P.), también llamado Pliego de Bases de la Licitación, y con la experiencia profesional suficiente, a juicio de la Dirección de Obra, debiendo residir en la zona donde se desarrollen los trabajos y no podrá ser sustituido sin previo conocimiento y aceptación por parte de aquélla.

Igualmente, comunicará los nombres, condiciones y organigrama de las personas que, dependiendo del citado representante, hayan de tener mando y responsabilidad en sectores de la obra.

La Dirección de Obra podrá suspender los trabajos, sin que de ello se deduzca alteración alguna de los términos y plazos contratados, cuando no se realicen bajo la dirección del personal facultativo designado para los mismos.

La Dirección de Obra podrá exigir al Contratista la designación de nuevo personal facultativo, cuando así lo requieran las necesidades de los trabajos. Se presumirá existe siempre dicho requisito en los casos de incumplimiento de las órdenes recibidas o de negativa a suscribir, con su conformidad o reparos, los documentos que reflejen el desarrollo de las obras, como partes de situación, datos de medición de elementos a ocultar, resultados de ensayos, órdenes de la Dirección y análogos definidos por las disposiciones del Contrato o convenientes para un mejor desarrollo del mismo.

### 1.2.3. Documentos que se entregan al contratista

Los documentos, tanto del Proyecto como otros complementarios, que la Administración entrega al Contratista, pueden tener valor contractual o meramente informativo.

- DOCUMENTOS CONTRACTUALES

Son documentaciones contractuales las siguientes: Planos, Pliego de Prescripciones Técnicas, Cuadros de Precios y los Presupuestos.

Lo mencionado en el Pliego de Prescripciones Técnicas y omitido en los Planos o definición de precios, o viceversa, deberá ser ejecutado como si estuviera contenido en todos estos documentos.

En caso de contradicción entre los planos del Proyecto y el Pliego de Prescripciones Técnicas, prevalecerá lo previsto en este último.

Las omisiones en los Planos o en el Pliego de Prescripciones Técnicas, o incluso los posibles errores, detectables mediante un examen adecuado de los citados documentos por parte del Contratista, no relevan a éste de su responsabilidad y deberá ejecutar las obras como si aquellos documentos fueran correctos.

*DOCUMENTOS INFORMATIVOS*

Tanto la información geotécnica del proyecto como los datos sobre procedencia de materiales, a menos que tal procedencia se exija en el presente Pliego de

Prescripciones Técnicas Particulares, ensayos, condiciones locales, diagramas de movimientos de tierra, estudios de maquinaria, de programación, de condiciones climáticas, de justificación de precios y, en general, todos los que se incluyen en la Memoria del presente Proyecto, son documentos informativos. Dichos documentos representan una opinión fundada de la Administración. Sin embargo, ello no supone que se responsabilice de la certeza de los datos que se suministran; y en consecuencia, debe aceptarse tan solo como complementos de la información que el Contratista debe adquirir directamente y con sus propios medios.

Por tanto, el Contratista será responsable de los errores que se puedan derivar de su defecto o negligencia en la consecución de todos los datos que afectan al Contrato, al planeamiento y a la ejecución de las obras.

*CUMPLIMIENTO DE LAS ORDENANZAS Y NORMATIVAS VIGENTES. PERMISOS Y LICENCIAS*

El Contratista viene obligado al cumplimiento de la legislación vigente que, por cualquier concepto durante el desarrollo de los trabajos, le sea de aplicación, aunque no se encuentre expresamente indicada en este Pliego o en cualquier otro documento de carácter contractual.

## 1.3. Definición de las obras

### 1.3.1. Documentos que definen las obras y orden de prelación

Las obras quedan definidas por los documentos contractuales de Planos, Pliego de Prescripciones Técnicas, Cuadros de Precios y los Presupuestos..

No es propósito, sin embargo, de planos y Pliego de Prescripciones el definir todos y cada uno de los detalles o particularidades constructivas que puede requerir la ejecución de las obras, ni será responsabilidad de la Administración la ausencia de tales detalles.

*PLANOS*

Las obras se realizarán de acuerdo con los Planos del Proyecto utilizado para la adjudicación, y con las instrucciones y planos adicionales de ejecución que entregue la Dirección de Obra al Contratista.

*PLANOS ADICIONALES*

El Contratista deberá solicitar el día primero de cada mes los planos adicionales de ejecución que eventualmente pudieran ser necesarios por omisión, ampliación o modificación de obra para definir las unidades que hayan de realizarse sesenta (60) días después de dicha fecha. Los planos solicitados en estas condiciones serán entregados al Contratista en un plazo no superior a treinta (30) días.

*INTERPRETACIÓN DE PLANOS*

Cualquiera duda en la interpretación de los planos deberá ser comunicada al Director de Obra, el cual, antes de quince (15) días, dará las explicaciones necesarias para aclarar los detalles que no estén perfectamente definidos en los planos.

*CONFRONTACIÓN DE PLANOS Y MEDIDAS*

El Contratista deberá confrontar, inmediatamente después de recibir todos los planos que le hayan sido facilitados y deberá informar prontamente al Director de las Obras sobre cualquier contradicción.

El Contratista deberá confrontar los planos y comprobar las cotas antes de aparejar la obra y será responsable por cualquier error que hubiera podido evitar de haberlo hecho.

*CONTRADICCIONES, OMISIONES O ERRORES*

Las omisiones que se adviertan en Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas, o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuestos en dichos documentos, o que por uso o costumbre deban ser realizados, no sólo no eximirán al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles, omitidos o erróneamente descritos, sino que por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas.

*DISPOSICIONES VIGENTES*

La Entidad Adjudicataria de las obras queda obligada a respetar y cumplir cuantas disposiciones vigentes guarden relación con las obras del proyecto, con sus instalaciones complementarias, o en los trabajos necesarios para realizarlas, así como lo referente a la protección a la Industria Nacional y Leyes Sociales (Accidentes de Trabajo, Seguros de Enfermedad, Seguridad en el Trabajo, etc.).

## 1.4. Desarrollo y control de las obras

### 1.4.1. Permisos y licencias

El Contratista deberá obtener, a su costa, todos los permisos o licencias necesarios para la ejecución de las obras, con excepción de los correspondientes a la expropiación si fuera necesaria de las zonas definidas en el Proyecto.

La búsqueda de vertederos, yacimientos y préstamos y su abono a los propietarios, es por cuenta del Contratista.

### 1.4.2. Replanteo

Como acto inicial de los trabajos, la Dirección de Obra y el Contratista comprobarán e inventariarán las bases de replanteo que han servido de soporte para la realización

del Proyecto. Solamente se considerarán como inicialmente válidas aquellas marcadas sobre monumentos permanentes que no muestren señales de alteración.

*ELEMENTOS QUE SE ENTREGARÁN AL CONTRATISTA*

Mediante un acta de reconocimiento, el Contratista dará por recibidas las bases de replanteo que se hayan encontrado en condiciones satisfactorias de conservación. A partir de este momento será responsabilidad del Contratista la conservación y mantenimiento de las bases, debidamente referenciadas y su reposición con los correspondientes levantamientos complementarios.

*PLAN DE REPLANTEO*

El Contratista, en base a la información del Proyecto, e hitos de replanteo conservados, elaborará un plan de replanteo que incluya la comprobación de las coordenadas de los hitos existentes y su cota de elevación, colocación y asignación de coordenadas y cota de elevación a las bases complementarias y programa de replanteo y nivelación de puntos de alineaciones principales, secundarias y obras de fábrica.

Este programa será entregado a la Dirección de Obra para su aprobación e inspección y comprobación de los trabajos de replanteo.

*REPLANTEO Y NIVELACIÓN DE PUNTOS DE ALINEACIONES PRINCIPALES*

El Contratista procederá al replanteo y estaquillado de puntos característicos de las alineaciones principales partiendo de las bases de replanteo comprobadas y aprobadas por la Dirección de Obra como válidas para la ejecución de los trabajos.

Asimismo, ejecutará los trabajos de nivelación necesarios para asignar la correspondiente cota de elevación a los puntos característicos.

La ubicación de los puntos característicos se realizará de forma que pueda conservarse dentro de lo posible en situación segura durante el desarrollo de los trabajos.

*REPLANTEO Y NIVELACIÓN DE LOS RESTANTES EJES Y OBRAS DE FÁBRICA*

El Contratista situará y construirá los puntos fijos o auxiliares necesarios para los sucesivos replanteos de detalle de los restantes ejes y obras de fábrica.

La situación y cota quedará debidamente referenciada respecto a las bases principales de replanteo.

*COMPROBACIONES DEL REPLANTEO*

La Dirección de Obra comprobará el replanteo realizado por el Contratista incluyendo como mínimo el eje principal de los diversos tramos de obra y de las obras de fábrica, así como los puntos fijos o auxiliares necesarios para los sucesivos replanteos de detalle.

El Contratista transcribirá y el Director de Obra autorizará con su firma el texto del Acta de Comprobación del Replanteo y el Libro de Órdenes.

Los datos, cotas y puntos fijados se anotarán en un anejo al acta.

*RESPONSABILIDADES DEL REPLANTEO*

Será responsabilidad del Contratista la realización de los trabajos incluidos en el plan de replanteo, así como todos los trabajos de topografía precisos para la ejecución de las obras, conservación y reposición de hitos, excluyéndose los trabajos de comprobación realizados por la Dirección de Obra.

Los trabajos, responsabilidad del Contratista, anteriormente mencionados, serán a su costa y por lo tanto se considerarán repercutidos en los correspondientes precios unitarios de adjudicación.

### 1.4.3. Equipos y maquinaria

Los equipos y maquinaria necesarios para la ejecución de todas las unidades de obra deberán ser justificados previamente por el Contratista, de acuerdo con el volumen de obra a realizar y con el programa de trabajos de las obras, y presentando a la Dirección de Obra para su aprobación.

Dicha aprobación de la Dirección de Obra se referirá exclusivamente a la comprobación de que el equipo mencionado cumple con las condiciones ofertadas por el Contratista y no eximirá en absoluto a éste de ser el único responsable de la calidad y del plazo de ejecución de las obras.

El equipo habrá de mantenerse en todo momento, en condiciones de trabajo satisfactorias, y exclusivamente dedicado a las obras del contrato, no pudiendo ser retirado sin autorización escrita de la Dirección de Obra, previa justificación de que se han terminado las unidades de obra para cuya ejecución se había previsto.

### 1.4.4. Construcciones auxiliares

*PROYECTO DE INSTALACIONES Y OBRAS AUXILIARES*

El Contratista queda obligado, por su cuenta, a construir, desmontar y a retirar al final de las obras todas las edificaciones auxiliares para oficinas, almacenes, cobertizos, caminos de servicio, etc. que sean necesarios para la ejecución de los trabajos.

Todas estas construcciones quedarán supeditadas a la aprobación del Ingeniero Director de las Obras.

*UBICACIÓN Y EJECUCIÓN*

La ubicación de estas obras, cotas e incluso el aspecto de las mismas cuando la obra principal así lo exija, estarán supeditadas a la aprobación de la Dirección de Obra. Será de aplicación asimismo lo indicado en el apartado sobre ocupación temporal de terrenos.

El Contratista está obligado a presentar un plano de localización exacta de las instalaciones de obra, tales como, parques de maquinaría, almacenes de materiales, aceites y combustibles, etc., teniendo en cuenta la protección y no afección a los valores naturales del área. Este plano deberá ser sometido a la aprobación de la Dirección de Obra.

*RETIRADA DE INSTALACIONES Y OBRAS AUXILIARES*

El Contratista al finalizar las obras o con antelación en la medida en que ello sea posible, retirará por su cuenta todas las edificaciones, obras e instalaciones auxiliares y/o provisionales.

Una vez retiradas, procederá a la limpieza de los lugares ocupados por las mismas, dejando éstos, en todo caso, limpios y libres de escombros.

El Contratista procederá al tratamiento adecuado de las superficies compactadas por las instalaciones y obras auxiliares y a su posterior restauración de acuerdo con las condiciones técnicas y materiales descritos en el Pliego de Prescripciones del Proyecto de Revegetación.

Si no procediese así, la Administración previo aviso y en un plazo de treinta (30) días a partir de éste, podrá mandarlo retirar por cuenta del Contratista.

### 1.4.5. Control de calidad

El Programa de Control de Calidad especificará las actuaciones de control necesarias para conseguir el nivel de calidad previsto, según lo dispuesto en el Decreto 83/1.991 de 22 de Abril de la Consejería de Fomento sobre control de calidad en la construcción.

El Adjudicatario vendrá obligado al abono de hasta el 1% del Presupuesto de Ejecución por contrata para la realización de los ensayos que la Dirección de Obra estime necesarios para comprobar o complementar los del programa de control de calidad.

### 1.4.6. Materiales

Todos los materiales han de ser adecuados al fin a que se destinan y, habiéndose tenido en cuenta en las bases de precios y formación de presupuesto, se entiende que serán de la mejor calidad en su clase de entre los existentes en el mercado.

Por ello, y aunque por sus características singulares o menor importancia relativa no hayan merecido ser objeto de definición explícita, su utilización quedará condicionada a la aprobación del Director de Obra, quien podrá determinar las pruebas o ensayos de recepción que estén adecuados al efecto.

En todo caso, los materiales serán de igual o mejor calidad que la que pudiera deducirse de su procedencia, valoración o características, citadas en algún documento del Proyecto, se ajustarán a normas oficiales o criterios de buena

fabricación del ramo, y el Director de obra podrá exigir su suministro por firma que ofrezca las adecuadas garantías.

El Contratista estará obligado a informar al Ingeniero Director de la procedencia de los materiales que se vayan a utilizar con anticipación de un (1) mes del momento de su utilización, para que puedan ser realizados los ensayos oportunos.

En cumplimiento con el Decreto 5/2023, de 4 de mayo, al menos el 10% en peso de la cantidad de árido a emplear en la obra, procederá del tratamiento de RCD.

### 1.4.7. Acopios, acondicionamientos de terreno y préstamos

Se elaborará un Plan de depósito de Sobrantes de obligado cumplimiento por el Contratista adjudicatario de las obras. En este Plan, se señalarán las características propias de los acondicionamientos de terrenos, tales como: la forma de los depósitos, su localización, volumen, etc.

No se afectará más superficie que la inicialmente prevista para los acondicionamientos de terreno. Los árboles que quedan contiguos al relleno y cuya persistencia se decida por el Proyecto de Revegetación y la Dirección de Obra, deben ser protegidos evitando la compactación sobre la zona de su base correspondiente al vuelo de la copa.

En el Proyecto de Revegetación se proyectará la restauración de los espacios afectados y su integración paisajística, de acuerdo con las pautas señaladas en las medidas correctoras.

Los sobrantes a depositar estarán constituidos exclusivamente por materiales inertes procedentes de la obra.

El desarrollo y la ejecución del Plan de Sobrantes deberán ser supervisados por la Dirección de Obra, que podrá establecer modificaciones del mismo, siempre que no sean de carácter sustancial.

En el caso de darse variaciones sustanciales del Proyecto de Sobrantes, acopios, etc., durante la ejecución de las obras, el Contratista queda obligado a presentar a la Dirección de Obra un Estudio de Impacto Ambiental cuya metodología y contenido se ajuste a lo establecido en la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

La búsqueda de préstamos y su abono a los propietarios serán por cuenta y cargo del Contratista, así como las operaciones necesarias para su inicio y explotación, que quedarán bajo la aprobación y supervisión de la Dirección de Obra.

La Dirección de Obra podrá determinar que los materiales procedentes de la excavación sean depositados y extendidos en terrenos de su propiedad, comprendidos en un radio máximo de diez kilómetros medidos desde el lugar de excavación sin que sea motivo de revisión del precio contratado.

El Director de Obra dispondrá de un mes de plazo para captar o rehusar los lugares de extracción y depósito propuestos por el Contratista. Este plazo se contará a partir

del momento en que el Contratista notifique los acondicionamientos de terreno, préstamos y/o canteras que se propone utilizar y que por su cuenta y riesgo, realizadas calicatas suficientemente profundas, haya entregado las muestras solicitadas por el Director de Obra para apreciar la calidad de los materiales propuestos.

La aceptación por parte del Director de Obra de los lugares de extracción y depósito no limita la responsabilidad del Contratista, tanto en lo que se refiere a la calidad de los materiales como al volumen explotable del yacimiento y a la obtención de las correspondientes licencias y permisos.

El Contratista viene obligado a eliminar a su costa los materiales de calidad inferior a la exigida que aparezca durante los trabajos de explotación de la cantera, gravera o depósito previamente autorizado.

Si durante el curso de la explotación los materiales dejan de cumplir las condiciones de calidad requeridas, o si el volumen o la producción resultaran insuficientes, por haber aumentado la proporción de material no aprovechable, el Contratista, a su cargo, deberá procurarse otro lugar de extracción siguiendo las normas dadas en párrafos anteriores y sin que el cambio de yacimiento natural le dé opción a exigir indemnización alguna.

El Contratista podrá utilizar en las obras los materiales que obtenga de la excavación siempre que éstos cumplan las condiciones previstas en este Pliego.

Las ubicaciones de las áreas para instalación de los acopios serán propuestas por el Contratista a la aprobación de la Dirección de Obra. Será aplicado asimismo lo indicado en el apartado sobre ocupación temporal de terrenos.

En cumplimiento con el Decreto 5/2023, de 4 de mayo, al menos el 10% en peso de la cantidad de árido a emplear en la obra, procederá del tratamiento de RCD.

### 1.4.8. Acceso a las obras

*CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS DE ACCESO*

Las rampas y accesos provisionales a los diferentes tajos serán construidos por el Contratista, bajo su responsabilidad y por su cuenta. La Dirección de Obra podrá pedir que todos o parte de ellos sean construidos antes de la iniciación de las obras.

El Contratista deberá presentar un plano con los caminos de acceso, teniendo en cuenta la mínima afección al entorno natural y deberá ser sometido a la aprobación de la Dirección de Obra.

El Contratista procederá al tratamiento adecuado de las superficies compactadas y a su posterior restauración.

El Contratista quedará obligado a reconstruir por su cuenta todas aquellas obras, construcciones e instalaciones de servicio público o privado, tales como cables, aceras, cunetas, alcantarillado, etc., que se vean afectados por la construcción de los caminos, accesos y obras provisionales. Igualmente deberá colocar la señalización

necesaria en los cruces o desvíos con carreteras nacionales o locales, calles etc. y retirar de la obra a su cuenta y riesgo, todos los materiales y medios de construcción sobrantes, una vez terminada aquélla, dejando la zona perfectamente limpia.

Los caminos o accesos estarán situados, en la medida de lo posible, fuera del lugar de emplazamiento de las obras definitivas. En el caso excepcional de que necesariamente hayan de producirse interferencias, las modificaciones posteriores necesarias para la ejecución de los trabajos serán a cargo del Contratista.

*CONSERVACIÓN Y USO*

El Contratista conservará en condiciones adecuadas para su utilización los accesos y caminos provisionales de obra.

En el caso de caminos que han de ser utilizados por varios Contratistas, éstos deberán ponerse de acuerdo entre sí sobre el reparto de los gastos de su construcción y conservación, que se hará en proporción al tráfico generado por cada Contratista. La Dirección de Obra, en caso de discrepancia, arbitrará el reparto de los citados gastos abonando o descontando las cantidades resultantes, si fuese necesario, de los pagos correspondientes a cada Contratista.

*OCUPACIÓN TEMPORAL DE TERRENOS PARA CAMINOS DE ACCESO*

En el caso de que la construcción de los accesos afecte a terceros, y supongan cualquier tipo de ocupación temporal, el Contratista deberá haber llegado a un acuerdo previo con los afectados, siendo el importe de los gastos a su cuenta.

### 1.4.9. Seguridad y salud

Se define como seguridad y salud laboral a las medidas y precauciones que el Contratista está obligado a realizar y adoptar durante la ejecución de las obras para prevención de riesgos, accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de higiene y bienestar de los trabajadores.

De acuerdo con Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero, en el presente Proyecto, el Contratista elaborará un plan de seguridad y salud ajustado a su forma y medios de trabajo.

La valoración de ese plan no excederá del presupuesto del proyecto de seguridad salud correspondiente a este Proyecto, entendiéndose de otro modo que cualquier exceso está comprendido en el porcentaje de costes indirectos que forman parte de los precios del Proyecto.

El abono del presupuesto correspondiente al proyecto de seguridad y salud se realizará de acuerdo con el correspondiente cuadro de precios que figura en el mismo, o en su caso en el plan de seguridad y salud laboral, aprobado por la Administración, y que se considera documento del contrato a dichos efectos.

## 1.4.10. Control de ruido y vibraciones

El Contratista adoptará las medidas adecuadas para minimizar los ruidos y vibraciones.

Toda la maquinaria situada al aire libre se organizará de forma que se reduzca al mínimo la generación de ruidos.

En general el Contratista deberá cumplir lo prescrito en las Normas Vigentes, sean de ámbito Nacional o de uso Municipal. En la duda se aplicará la más restrictiva.

*COMPRESORES MÓVILES Y HERRAMIENTAS NEUMÁTICAS*

En todos los compresores que se utilicen al aire libre, el nivel de ruido no excederá de los valores especificados en la siguiente tabla:

| Caudal de aire m3/min | Máximo nivel dB (A) | Máximo nivel en 7 m dB (A) |
|---|---|---|
| hasta 10 | 100 | 75 |
| 10-30 | 104 | 79 |
| más de 30 | 106 | 81 |

Los compresores que produzcan niveles de sonido a 7 m superiores a 75d/B (A) no serán situados a menos de 8 m de viviendas o similares.

Los compresores que produzcan niveles sonoros a 7 m superiores a 70 d/B (A) no serán situados a menos de 4 m de viviendas o similares.

Los compresores móviles funcionarán y serán mantenidos de acuerdo con las instrucciones del fabricante para minimizar los ruidos.

Se evitará el funcionamiento innecesario de los compresores.

Las herramientas neumáticas se equiparán en lo posible con silenciadores.

## 1.4.11. Emergencias

El Contratista dispondrá de la organización necesaria para efectuar trabajos urgentes, fuera de las horas de trabajo, necesarios en opinión del Director de Obra, para solucionar emergencias relacionadas con las obras del Contrato.

El Director de Obra dispondrá en todo momento de una lista actualizada de direcciones y números de teléfono del personal del Contratista y responsable de la organización de estos trabajos de emergencia.

## 1.4.12. Modificaciones de obra

Si durante la ejecución de los trabajos surgieran causas que motivaran modificaciones en la realización de los mismos con referencia a lo proyectado o en condiciones diferentes, el Contratista pondrá estos hechos en conocimientos de la Dirección de Obra para que autorice la modificación correspondiente.

En el plazo de veinte días desde la entrega por parte de la Dirección de Obra al Contratista de los documentos en los que se recojan las modificaciones del Proyecto elaboradas por dicha Dirección, o en su caso simultáneamente con la entrega a la Dirección de Obra por parte del Contratista de los planos o documentos en los que éste propone la modificación, el Contratista presentará la relación de precios que cubran los nuevos conceptos.

Para el abono de estas obras no previstas o modificadas se aplicará lo indicado en el apartado sobre precios contradictorios.

## 1.5. Señalización de obras e instalaciones

Si durante la ejecución de los trabajos surgieran causas que motivaran modificaciones en la realización de los mismos con referencia a lo proyectado o en condiciones diferentes, el Contratista pondrá estos hechos en conocimientos de la Dirección de Obra para que autorice la modificación correspondiente.

En el plazo de veinte días desde la entrega por parte de la Dirección de Obra al Contratista de los documentos en los que se recojan las modificaciones del Proyecto elaboradas por dicha Dirección, o en su caso simultáneamente con la entrega a la Dirección de Obra por parte del Contratista de los planos o documentos en los que éste propone la modificación, el Contratista presentará la relación de precios que cubran los nuevos conceptos.

Para el abono de estas obras no previstas o modificadas se aplicará lo indicado en el apartado sobre precios contradictorios.

## 1.6. Conservación de las obras durante su ejecución

El Adjudicatario queda comprometido a conservar a su costa y hasta que sean recibidas, todas las obras que integren el Proyecto.

Así mismo, queda obligado a la conservación de las obras durante el período de garantía.

La conservación no será objeto de abono independiente, y se considerará que los gastos ocasionados por estas operaciones, quedan incluidos en los precios unitarios correspondientes a las distintas unidades de obra.

## 1.7. Permisos y licencias

El Contratista deberá obtener, a su costa, todos los permisos o licencias necesarios para la ejecución de las obras, con excepción de los correspondientes a la expropiación si fuera necesaria de las zonas definidas en el Proyecto.

La búsqueda de vertederos, yacimientos y préstamos y su abono a los propietarios, es por cuenta del Contratista.

## 1.8. Conservación de las obras ejecutadas en el plazo de garantía

El Contratista queda comprometido a conservar a su costa, hasta que sean recibidas, todas las obras que integren el Proyecto.

Asimismo, queda obligado a la conservación de las obras durante el plazo de garantía establecido en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares a partir de la fecha de recepción, por lo cual se le abonarán, previa justificación, los gastos correspondientes.

A estos efectos, no serán computables las obras que hayan sufrido deterioro por negligencia u otros motivos que le sean imputables al Contratista, o por cualquier causa que pueda considerarse como evitable.

Asimismo, los accidentes o deterioros causados por terceros, con motivo de la explotación de la obra, será de obligación del Contratista su reposición y cobro al tercero responsable de la misma.

El Contratista queda obligado a la conservación de las obras durante el Plazo de Garantía de un (1) año a partir de la fecha de la recepción; tales trabajos se consideran incluidos en el precio global del contrato, y por lo tanto, no darán lugar a abonos adicionales.

## 1.9. Limpieza de obras

Una vez que las obras se hayan terminado, todas las instalaciones depósitos y edificios construidos con carácter temporal para el servicio de la obra, deberán ser removidos y los lugares de su emplazamiento restaurados a su forma original.

De análoga manera deberán tratarse los caminos provisionales, incluso los accesos a préstamos y canteras.

Todo ello se ejecutará de forma que las zonas afectadas queden completamente limpias y en condiciones estéticas, acordes con el paisaje circundante.

Estos trabajos se considerarán incluidos en el contrato y, por tanto, no serán objeto de abonos directos por su realización.

Las indicaciones técnicas de la Dirección de Obra, no serán objeto de abono como en el caso de los acondicionamientos de terreno cuya disposición sea facilitada por la Administración, debiendo cumplir, asimismo, con las obligaciones que indique la Dirección para el acondicionamiento final de éstas.

## 1.10. Recepción

Si de las comprobaciones efectuadas, los resultados no fueran satisfactorios, la Administración si lo cree oportuno, dará por recibida la obra, recogiendo en el Acta las incidencias y figurando la forma en que deben subsanarse las deficiencias o, por el contrario, retrasará la recepción hasta que el Contratista acondicione debidamente las

obras, dejándolas en perfectas condiciones de funcionamiento. En el primero de los casos, será obligado comprobar aquellas obras o deficiencias que por distintas causas figuran en el Acta de Recepción, como pendientes de ejecución o preparación durante el Plazo de Garantía.

Si el resultado de las pruebas fuese satisfactorio y las obras se hallasen terminadas con arreglo a las condiciones prescritas, se llevará a cabo la recepción de acuerdo con lo dispuesto en el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales.

## 1.11. Plazos de ejecución y garantía

El Plazo de Ejecución de las obras será de SEIS (6) MESES, a partir de la fecha de la firma del Acta de Replanteo.

El Plazo de Garantía de las obras será de DOCE (12) MESES a partir de la fecha de la Recepción de las mismas. Durante dicho plazo, la Contrata deberá reparar a su costa cualquier deficiencia que sea imputable a su ejecución, y asimismo, estará obligada a la conservación de las mismas a su costa.

## 1.12. Obra defectuosa

Si alguna unidad de obra no se hallase ejecutada con arreglo a las condiciones del Contrato, y fuera sin embargo admisible a juicio del Director de la Obra, podrá ser recibida en su caso, pero el Contratista quedará obligado a conformarse, sin derecho a reclamación, con la rebaja que el Director de la obra apruebe, salvo en el caso en que el Contratista la demuela a su costa, y la rehaga con arreglo a las condiciones del Contrato.

## 1.13. Medición de las obras

Cada clase de obra se medirá exclusivamente en el tipo de unidades lineales, de superficie, de volumen o de peso, que en caso se especifique en el Cuadro de Precios Nº 1.

Todas las mediciones básicas para la cubicación y abono de obras, incluidos los levantamientos topográficos, que se utilicen a este fin, deberán ser conformados por representantes autorizados del Contratista y del Director de las Obras, y aprobados por éste. Las unidades que hayan de quedar ocultas o enterradas deberán ser medidas antes de su ocultación. Si la medición no se efectuó a su debido tiempo, serán por cuenta del Contratista las operaciones necesarias para llevarla a cabo.

## 1.14. Certificaciones

El importe de las obras ejecutadas se acreditará al Contratista por medio de las Certificaciones, cuyos efectos se ajustarán a las disposiciones legales vigentes y a lo establecido en el Pliego de Condiciones Particulares y Económicas que sirva para la contratación de estas obras.

## 1.15. Precios unitarios

Todos los precios unitarios a que se refieren las normas de medición y abono contenidas en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, se entenderá que incluyen siempre el suministro, manipulación y empleo de todos los materiales necesarios para la ejecución de las unidades de obra correspondientes, a menos que específicamente se excluya alguno en el artículo correspondiente.

Así mismo, se entenderá que todos los precios unitarios comprenden los gastos de maquinaria, mano de obra, elementos accesorios, transporte, herramientas y todas cuantas operaciones directas o indirectas sean necesarias para que las unidades de obra terminadas con arreglo a lo especificado en este Pliego y en los Planos, sean aprobadas por la Administración.

Igualmente se entenderán incluidos los gastos ocasionados por:

- La ordenación de tráfico y señalización de las obras
- La separación de los daños inevitables causados por el tráfico
- La conservación durante el plazo de garantía

Los Precios indicados en letra en el Cuadro de Precios Nº 1, con la baja que resulte de la licitación, son los que sirven de base al Contrato, y el Contratista no puede reclamar que se introduzca modificación alguna en ellos, bajo ningún pretexto de error u omisión.

Los Precios del Cuadro Nº 2, con la baja que resulte de la licitación, se aplicarán única y exclusivamente en los casos en que sea necesario abonar obras incompletas, cuando por rescisión u otra causa no lleguen a terminarse los contratos, sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra fraccionada en otra forma que la establecida en dicho Cuadro.

Los posibles errores u omisiones en la descomposición que figura en el Cuadro de Precios Nº 2, no podrán servir de base al Contratista para reclamar modificación alguna en los precios señalados en el Cuadro de Precios Nº 1.

## 1.16. Modo de abonar las obras completas

Todos los materiales y operaciones expuestos en cada artículo de este PPTP y del PG-3 correspondientes a las unidades incluidas en los Cuadros de Precios y con la limitación en tiempo impuesta por el artículo 117, referente a una unidad de obra, están incluidas en el precio de la misma a menos que en la medición y abono de esta unidad se diga explícitamente otra cosa.

El Contratista no puede bajo ningún pretexto de error u omisión, reclamar modificación alguna de los precios señalados en letra, en el Cuadro de Precios Nº 1, los cuales son los que sirven de base a la adjudicación y los únicos aplicables a los trabajos contratados con la baja correspondiente, según la mejora que se hubiese obtenido en la subasta.

## 1.17. Modo de abonar las obras incompletas

Las cifras que para pesos o volúmenes de materiales figuran en las unidades descompuestas del Cuadro de Precios Nº 2, servirán sólo para el conocimiento del coste de estos materiales acopiados a pie de obra, pero por ningún concepto tendrán valor a efectos de definir las proporciones de las mezclas ni el volumen necesario en acopios.

Cuando por rescisión u otra causa fuera preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los Precios del Cuadro Nº 2 sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra distinta a la valoración de dicho cuadro, ni que tenga derecho el Contratista a reclamación alguna por insuficiencia u omisión del coste de cualquier elemento que constituye el precio. Las partidas que componen la descomposición del precio serán de abono cuando esté acopiada la totalidad del material incluidos los accesorios o realizada en su totalidad las labores u operaciones que determinan la definición de la partida, ya que el criterio a seguir ha de ser que sólo se consideren abonables fases con ejecución terminada, perdiendo el Contratista todos los derechos en el caso de dejarlas incompletas.

## 1.18. Otros gastos de cuenta del contratista

### 1.18.1. Impuestos

El Adjudicatario presentará a la liquidación de los impuestos de derechos reales y timbres, el original del Contrato de Adjudicación de las obras. El abono de estos impuestos será cuenta del Adjudicatario, así como los de toda clase de contribuciones e impuestos fiscales de cualquier orden estatal, provincial, municipal o local que graven la obra a ejecutar o su contratación y los documentos a que ello dé lugar.

En ningún caso podrá ser causa de revisión de precios la modificación del sistema tributario "vigente".

### 1.18.2. Otros gastos

Además de los indicados en el apartado 106.3 del PG-3, serán por cuenta del Adjudicatario, sin carácter limitativo, entre otros, los siguientes gastos, que se considerarán incluidos en los precios de su oferta:

- Los anuncios en periódicos oficiales o particulares referentes a las obras adjudicadas.
- Los gastos de replanteo general o su comprobación y de los replanteos parciales.
- Los gastos de jornales y materiales necesarios para las mediciones periódicas, para redacción de certificaciones, y los ocasionados por la medición final.

- Los gastos de jornales y materiales ocasionados por la liquidación de las obras.
- Los gastos necesarios para la obtención de todos los permisos o licencias necesarios para la ejecución de las obras, con excepción de las correspondientes a las expropiaciones, servidumbres y servicios definidos en el Contrato.
- Los gastos necesarios para el pago de indemnizaciones por extracción de materiales, por ocupación de parcelas con los mismos, así como las indemnizaciones particulares por perjuicios, daños, etc. que se puedan causar en las propiedades públicas y privadas con motivo de las obras.
- Los de construcción y conservación durante el plazo de su utilización de pequeñas rampas provisionales de acceso a tramos parcial o totalmente terminados, y los de conservación durante el mismo plazo de toda clase de desvíos que no se efectúen aprovechando carreteras existentes, y los derivados de mantener tráficos intermitentes mientras se realicen los trabajos.
- En los casos de rescisión de contrato, cualquiera que sea la causa que lo motive, serán de cuenta del Contratista los gastos originados por la liquidación, así como los de retirada de los medios auxiliares empleados o no en la ejecución de las obras.

### 1.19. Partidas alzadas a justificar

Las Partidas Alzadas a justificar, se medirán y abonarán por las unidades ejecutadas, medidas sobre el terreno o en los Planos de construcción que oportunamente se redacten.

Los precios para valorar estas unidades serán los incluidos en el Cuadro de Precios Nº1, o en su defecto los aprobados en el Acta de Precios Contradictorios que se redacte como complemento de los mismos.

## 2. Materiales básicos

### 2.1. Condiciones generales

Todos los materiales que se utilicen en la obra deberán cumplir las condiciones que se establecen en este Pliego y ser aprobados por el Director de la obra, quien determinará la forma y condiciones en que deban ser examinados antes de su empleo,

sin que puedan ser utilizados antes de haber sufrido, a plena satisfacción del Ingeniero Director, el examen correspondiente.

Además de cumplir las prescripciones del presente Pliego, los materiales que se utilicen en la ejecución de los trabajos deberán tener una calidad no menor que la correspondiente a las procedencias recomendadas en el proyecto.

El empleo de materiales de procedencias autorizadas por el Ingeniero Director de la obra o recomendadas en el presente proyecto, no libera en ningún caso al Contratista de que los materiales cumplan las condiciones que se especifican en este Pliego, pudiendo ser rechazados en cualquier momento en caso de que se encuentren defectos de calidad o uniformidad.

### 2.1.1. Control de calidad

El tipo y número de ensayos a realizar para la aprobación de las procedencias de los materiales serán fijados en cada caso por el Ingeniero Director de la obra.

Una vez fijadas las procedencias de los materiales, la calidad de los mismos será controlada periódicamente durante la ejecución de las obras mediante ensayos, cuyo tipo y frecuencia fijará el Ingeniero Director de la obra, a realizar en Laboratorio Oficial u homologado, siguiendo las reglas que en este Pliego se hayan formulado, y, en su defecto, por lo que el Director de la obra o el del Laboratorio considere apropiado a cada caso.

El Contratista podrá presenciar los análisis, ensayos y pruebas que verifique el Ingeniero Director de la obra, bien personalmente, bien delegando en otra persona. De los análisis, ensayos y pruebas realizados en los laboratorios, darán fe los certificados expedidos por su Director.

Será obligación del Contratista avisar al Ingeniero Director con antelación suficiente del acopio de los materiales que pretenda utilizar en la ejecución de las obras, para que puedan ser realizados a tiempo los ensayos oportunos. Asimismo, suministrará a sus expensas las cantidades de cualquier tipo de material necesario para realizar todos los exámenes y ensayos que ordene el Ingeniero Director para la aceptación de procedencias y el control periódico de calidad.

Todos los gastos que se originen con motivo de estos ensayos, análisis y pruebas, hasta un importe máximo del 1% del presupuesto líquido vigente de la obra y del presupuesto elaborado al efecto y desarrollado en el Anejo relativo al Control de Calidad para estas obras, serán de cuenta del Contratista, quien pondrá a disposición del Ingeniero Director de la obra, si éste así lo decide, los aparatos necesarios en un laboratorio montado al efecto, para determinar las principales características de cemento, hormigones y demás materiales que se hayan de utilizar en obra.

En el caso de que los resultados de los ensayos sean desfavorables, el Ingeniero Director de la obra podrá elegir entre rechazar la totalidad de la partida controlada o ejecutar un control más detallado del material en examen. A la vista del resultado de

los nuevos ensayos, el Ingeniero Director decidirá sobre la aceptación total o parcial del material, o su rechazo. Todo el material que haya sido rechazado, será retirado de la obra inmediatamente, salvo autorización expresa del Ingeniero Director.

Cualquier trabajo que se realice con materiales no ensayados o aprobados por el Ingeniero Director de la obra, podrá ser considerado como defectuoso.

Las procedencias señaladas en el correspondiente Anejo a la Memoria son orientativas y no tienen carácter contractual, no pudiendo en consecuencia, servir de base a ningún tipo de reclamación técnica o económica. Por tanto, el Contratista no está obligado a utilizar materiales de dicha procedencia y su utilización no libera al Contratista, en ningún caso, a que los materiales cumplan las condiciones exigidas, lo que habrá que comprobarse siempre mediante los ensayos pertinentes.

La Administración no asume la responsabilidad de asegurar que el Contratista encuentre en los lugares de procedencia indicados, materiales en cantidad suficiente para las obras en el momento de su ejecución.

### 2.1.2. Acopios

Los materiales se almacenarán de tal modo que se asegure la conservación de sus características y aptitudes para su empleo en la obra y de forma que se facilite su inspección. El Ingeniero Director de la obra podrá ordenar, si lo considera necesario, el uso de plataformas adecuadas, cobertizos o edificios provisionales para la protección de aquellos materiales que lo requieran.

## 2.2. Cementos

Será de aplicación, además de lo aquí establecido, lo prescrito en el artículo 202 del PG3/75 (OM 27-12-99) modificado por la Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos y en la “Instrucción para la Recepción de Cementos” RD 256/2016.

### 2.2.1. Definición

Se definen como cementos los conglomerantes hidráulicos en cuya composición interviene como componente principal el clínker de cemento portland o, en su caso, el clínker de cemento de aluminato de calcio, los cuales, finamente molidos y convenientemente amasados con agua, forman pastas que fraguan y endurecen a causa de las reacciones de hidratación de sus constituyentes, dando lugar a productos hidratados mecánicamente resistentes y estables, tanto al aire como bajo agua.

### 2.2.2. Condiciones generales

Se usarán cementos que garanticen la elaboración de hormigones de calidades según se especifica en los documentos del proyecto. El Ingeniero Director de la obra decidirá

sobre el tipo de cemento a emplear en la fabricación de cada uno de los hormigones o morteros que se utilicen en la obra.

### 2.2.3. Transporte y almacenamiento

Se rechazará el cemento que presente, comprobado mediante el ensayo correspondiente, el fenómeno del falso fraguado.

El almacenamiento del cemento suministrado a granel se llevará a cabo en silos, debidamente acondicionados, que le aíslen de la humedad.

Si el suministro se realiza en sacos, se recibirá el cemento en los mismos envases cerrados en que fue expedido, debiendo ser preservado también tanto de la intemperie como de la humedad del suelo y de las paredes del recinto donde sean acopiados.

### 2.2.4. Control de calidad

Si el cemento empleado tiene "Distintivo de calidad", la recepción de las distintas partidas se llevará a cabo efectuando únicamente los siguientes ensayos:

a) Principio y fin de fraguado

b) Resistencia mecánica a 3 días (a flexotracción y a compresión).

Si el cemento empleado no tiene "Distintivo de calidad", la recepción de las distintas partidas se llevará a cabo efectuando, además de los ensayos a) y b) citados, los siguientes:

c) Contenido en óxido magnésico

d) Contenido en trióxido de azufre

e) Pérdida al fuego

f) Contenido de insoluble

g) Finura de molido

h) Expansión en autoclaves

Conviene que los ensayos de recepción se realicen en el Laboratorio del fabricante, pero se admite que sean efectuados en cualquier otro laboratorio oficial u homologado, de acuerdo a Normas.

### 2.2.5. Medición y abono

La medición y abono del cemento se realizará según lo indicado para la unidad de obra de la que forma parte.

## 2.3. Hormigones

### 2.3.1. Definición

Hormigón con o sin adiciones (cenizas volantes o humo de sílice), elaborado en una central hormigonera legalmente autorizada de acuerdo con el título 4º de la ley 21/1992 de Industria y el Real Decreto 697/1995 de 28 de abril.

### 2.3.2. Características de los hormigones de uso estructural

Los componentes del hormigón, su dosificación, el proceso de fabricación y el transporte deben estar de acuerdo con las prescripciones del CE.

- La designación del hormigón fabricado en central se puede hacer por propiedades o por dosificación y se expresará, como mínimo, la siguiente información:
- Consistencia
- Tamaño máximo del árido
- Tipo de ambiente al que se expondrá el hormigón
- Resistencia característica a compresión para los hormigones designados por propiedades
- Contenido de cemento expresado en kg/m3, para los hormigones designados por dosificación
- La indicación del uso estructural que tendrá el hormigón: en masa, armado o pretensado

La designación por propiedades se realizará de acuerdo con el formato: T-R/C/TM/A

- T: Indicativo que será HM para el hormigón en masa, HA para el hormigón armado, y HP para el hormigón pretensado
- R: Resistencia característica especificada, en N/mm2
- C: Letra indicativa del tipo de consistencia: L líquida, F fluida, B blanda, P plástica y S seca
- TM: Tamaño máximo del árido en mm.

- A: Designación del ambiente al que se expondrá el hormigón

En los hormigones designados por propiedades, el suministrador debe establecer la composición de la mezcla del hormigón, garantizando al peticionario las características especificadas de tamaño máximo del árido, consistencia y resistencia característica, así como las limitaciones derivadas del tipo de ambiente especificado (contenido de cemento y relación agua/cemento)

En los hormigones designados por dosificación, el peticionario es responsable de la congruencia de las características especificadas de tamaño máximo del árido, consistencia y contenido en cemento por metro cúbico de hormigón, y el suministrador las deberá garantizar, indicando también, la relación agua/cemento que ha utilizado.

En los hormigones con características especiales u otras de las especificadas en la designación, las garantías y los datos que el suministrador deba aportar serán especificados antes del inicio del suministro.

El hormigón debe cumplir con las exigencias de calidad que establece el artículo 43.2 del CE.

Si el hormigón está destinado a una obra con armaduras pretensadas, no puede contener cenizas volantes ni adiciones de ningún otro tipo, excepto humo de sílice.

Si el hormigón está destinado a obras de hormigón en masa o armado, la Dirección de la obra puede autorizar el uso de cenizas volantes o humo de sílice para su confección. En estructuras de edificación, si se utilizan cenizas volantes no deben superar el 35% del peso del cemento. Si se utiliza humo de sílice no debe superar el 10% del peso del cemento.

La central que suministre hormigón con cenizas volantes realizará un control sobre la producción según art. 32.2 del CE y debe poner los resultados del análisis al alcance de la Dirección de la obra, o dispondrá de un sello o marca de conformidad oficialmente homologado a nivel nacional o de un país miembro de la CEE.

Las cenizas deben cumplir en cualquier caso las especificaciones de la norma UNE_EN 450.

En ningún caso la proporción en peso del aditivo no debe superar el 10% del cemento utilizado.

Tipo de cemento:

- Hormigón en masa: Cementos comunes (UNE 80-301), Cementos para usos especiales (UNE 80-307)
- Hormigón armado: Cementos comunes (UNE 80-301)
- Hormigón pretensado: Cementos comunes tipo CEM I,II/A-D(UNE 80-307)

- Se considera incluido en los cementos comunes los cementos blancos (UNE 80-305)
- Se consideran incluidos los cementos de características adicionales como los resistentes a los sulfatos y/o al agua de mar (UNE 80-303), y los de bajo calor de hidratación (UNE 80-306)
- Clase de cemento: >= 32,5

El contenido mínimo de cemento debe estar de acuerdo con las prescripciones del CE, en función de la clase de exposición (tabla 43.2.1.a). La cantidad mínima de cemento considerando el tipo de exposición más favorable debe ser:

- Obras de hormigón en masa: >= 200 kg/m3
- Obras de hormigón armado: >= 250 kg/m3
- Obras de hormigón pretensado: >= 275 kg/m3
- En todas las obras: <= 400 kg/m3

La relación agua/cemento debe estar de acuerdo con las prescripciones del CE, en función de la clase de exposición (tabla 43.2.1.a). La relación agua/cemento considerando el tipo de exposición más favorable debe ser:

- Hormigón en masa: <= 0,65 kg/m3
- Hormigón armado: <= 0,65 kg/m3
- Hormigón pretensado: <= 0,60 kg/m3

Asiento en el cono de Abrams (UNE 83-313):

- Consistencia seca: 0 - 2 cm
- Consistencia plástica: 3 - 5 cm
- Consistencia blanda: 6 - 9 cm
- Consistencia fluida: 10-15 cm

El ión cloro total aportado por los componentes de un hormigón no puede exceder:

- Pretensado: <= 0,2% peso del cemento
- Armado: <= 0,4% peso del cemento
- En masa con armadura de fisuración: <= 0,4% peso del cemento

Tolerancias:

Asiento en el cono de Abrams:

- Consistencia seca: Nulo
- Consistencia plástica o blanda: ± 1 cm
- Consistencia fluida: ± 2 cm

### 2.3.3. Condiciones de suministro y almacenaje

Suministro: En camiones hormigonera.

El hormigón llegará a la obra sin alteraciones en sus características, formando una mezcla homogénea y sin haber iniciado el fraguado.

Queda expresamente prohibida la adición al hormigón de cualquier cantidad de agua u otras sustancias de que puedan alterar la composición original.

Almacenaje: No se puede almacenar.

El suministrador debe entregar con cada carga una hoja donde figuren, como mínimo, los siguientes datos:

- Nombre de la central que ha elaborado el hormigón
- Número de serie de la hoja de suministro
- Fecha de entrega
- Nombre del peticionario y del responsable de la recepción
- Especificaciones del hormigón:
- Resistencia característica
- Hormigones designados por propiedades:
- Designación de acuerdo con el art. 33.6 del CE
    - Contenido de cemento en kg/$m^3$ (con 15 kg de tolerancia)
    - Hormigones designados por dosificación:
        - Contenido de cemento por $m^3$
        - Tipo de ambiente según la tabla 27.1.a del CE
    - Relación agua/cemento (con 0,02 de tolerancia)

- Tipo, clase y marca del cemento
- Tamaño máximo del árido
- Consistencia
- Tipo de aditivos según UNE_EN 934-2, si los hay
- Procedencia y cantidad de las adiciones o indicación de que no hay
- Designación específica del lugar de suministro
- Cantidad de hormigón que compone la carga, en m3 de hormigón fresco
- Identificación del camión y de la persona que realiza la descarga
- Hora límite de uso del hormigón

### 2.3.4. Medición y abono

La medición y abono del hormigón se realizará según lo indicado para la unidad de obra de la que forma parte.

## 2.4. Barras corrugadas para hormigón armado

### 2.4.1. Definición y clasificación

Se denominan barras corrugadas para hormigón armado las que tienen en su superficie resaltos o estrías, de forma que, en el ensayo de adherencia por flexión presentan una tensión media de adherencia $\tau_{bm}$ y una tensión de rotura de adherencia $\tau_{bu}$ que cumplen simultáneamente las dos condiciones siguientes:

Diámetros inferiores a 8 mm

$\tau_{bm} > 70$
$\tau_{bu} > 115$

Diámetros de 8 mm a 32 mm, ambos inclusive

$\tau_{bm} >$ 80 – 1,2 diámetro
$\tau_{bu} >$ 130 – 1,9 diámetro

Diámetros superiores a 32 mm

$\tau_{bm} > 42$
$\tau_{bu} > 69$

El acero a emplear en armaduras estará formado por barras corrugadas, quedando totalmente prohibida la utilización de barras lisas, salvo indicación expresa de la Dirección de Obra.

### 2.4.2. Características mecánicas

A la llegada de obra de cada partida se realizará una toma de muestras y sobre éstas se procederá al ensayo de plegado, doblando los redondos ciento ochenta (180) grados sobre un redondo de diámetro doble y comprobando que no se aprecien fisuras ni pelos en la barra plegada.

Todas las partidas estarán debidamente identificadas y el Contratista presentará una hoja de ensayos, redactada por el laboratorio dependiente de la Factoría siderúrgica donde se garantice las características mecánicas correspondientes a:

- Límite elástico (fy).
- Carga unitaria de rotura (fs).
- Alargamiento de rotura A sobre base de cinco (5) diámetros nominales.
- Relación carga unitaria de rotura/límite elástico (fs/fy).

Las anteriores características se determinarán según la Norma UNE 36.401/81. Los valores que deberán garantizar se recogen en el Artículo 34 del CE y en la Norma UNE-36.088.

### 2.4.3. Almacenamiento

Los aceros serán acopiados por el Contratista en parque adecuado para su conservación, clasificados por tipos y diámetros y de forma que sea fácil el recuento, pesaje y manipulación en general.

Se tomarán todas las precauciones para que los aceros no estén expuestos a la oxidación ni se manchen de grasa, ligantes, aceites o barro.

### 2.4.4. Recepción

El Contratista controlará la calidad de los aceros a emplear en armaduras para que sus características se ajusten a lo indicado en el presente Pliego y en el CE.

Los controles de calidad a realizar serán los correspondientes a un “Control a Nivel Normal” según el CE.

### 2.4.5. Medición y abono

La medición y abono se realizará según lo indicado en la unidad de obra de que forma parte.

## 2.5. Encofrados

Podrán ser de madera o metálicos, pero tendrán la suficiente rigidez, latiguillos y puntales para que la deformación máxima debida al empuje del hormigón fresco sea inferior a 1 cm., respecto de la superficie teórica de acabado. Para medir estas deformaciones se aplicará sobre la superficie desencofrada una regla metálica de 2 m. de longitud, recta si se trata de superficie plana, o curva reglada, y en forma de plantilla con la sección recta teórica para el caso de superficie curva no reglada.

Caso de que el error sea mayor del centímetro, el Ingeniero Director decidirá si es preciso derribar el paño, conservarlo con una depreciación en el abono, o si se puede corregir el defecto sin abono de esta operación.

## 2.6. Zahorras

### 2.6.1. Definición

Es una mezcla de áridos, total o parcialmente machacados, en la que la granulometría del conjunto de los elementos que la componen es de tipo continuo. Será de aplicación lo indicado en el artículo 510 del PG-3 (OM de 31-7-86) modificado por la Orden FOM/2523/2014 y del presente Pliego.

En cumplimiento con el Decreto 5/2023, de 4 de mayo, al menos el 10% en peso de la cantidad de árido a emplear en la obra, procederá del tratamiento de RCD.

### 2.6.2. Materiales

El árido se compondrá de elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas, procediendo del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural, en cuyo caso la fracción retenida por el tamiz 5 UNE deberá contener, como mínimo, un cincuenta por ciento (50%), en peso, de elementos machacados que presenten dos caras o más de fractura. En caso de aplicarse como subbase de firme, en tráficos T0 y T1 dicho porcentaje deberá ser del setenta y cinco por ciento (75%)

El cernido por el tamiz 80 □m UNE será menor que los dos tercios (2/3) del cernido por el tamiz 400□m UNE.

La curva granulométrica estará comprendida dentro de los límites de uno de los husos del siguiente cuadro:

| TAMIZ UNE | ZA (40) | ZA (25) |
|---|---|---|
| 40 | 100 | - |
| 25 | 75-100 | 100 |
| 20 | 60-90 | 75-100 |
| 10 | 45-70 | 50-80 |
| 5 | 30-50 | 35-60 |
| 2 | 16-32 | 20-40 |

| TAMIZ UNE | ZA (40) | ZA (25) |
|---|---|---|
| 0,4 | 6-20 | 8-22 |
| 0,8 | 0-10 | 0-10 |

El tamaño máximo no rebasará la mitad (1/2) del espesor de la tongada compactada.

El material será "no plástico", según las normas NLT 105/72 y 106/72.

El coeficiente de limpieza según la norma NLT 172/86 deberá ser inferior a dos (2) y el equivalente de arena será mayor de treinta y cinco (35) para T0 y T1, y de treinta (30) en los demás casos.

El índice de lajas, según la norma NLT 354/74, deberá ser inferior a treinta y cinco (35)

El coeficiente de desgaste, medido por el ensayo de Los Ángeles, según la Norma NLT-149/72, será inferior a treinta (30) para T0 y T1 y a treinta y cinco (35) para el resto. El ensayo se realizará con la granulometría B de las indicadas en la Norma.

### 2.6.3. Especificaciones de la unidad terminada

La compactación de la zahorra artificial se continuará hasta alcanzar una densidad no inferior al cien por cien (100%) de la máxima obtenida en el ensayo “Próctor Modificado”, efectuadas las pertinentes sustituciones de materiales gruesos.

En el ensayo de carga con placa, los valores del módulo E2 de la Norma NLT 357/86, no serán inferiores a 120 MPa para To y T1 y a 100 Mpa para el resto, según lo dispuesto en el cuadro 501.2 del referido artículo 501 del PG-3 (OM de 31-7-86).

### 2.6.4. Medición y abono

La medición y abono de la zahorra se realizará según lo indicado para la unidad de obra de la que forma parte.

No serán de abono las creces laterales para conseguir la compactación, ni las consecuentes de la aplicación de la compensación de la merma de espesores de las capas subyacentes.

Los tramos de ensayo ordenados por el Ingeniero Director no serán objeto de abono, siendo construidos y demolidos por el Contratista a su cargo. Si como resultado de los ensayos alguno de los tramos fuera aprovechable y no hiciera falta su demolición, sería entonces abonado al contratista en las condiciones establecidas en el párrafo primero de este apartado.

## 2.7. Áridos para morteros

### 2.7.1. Generalidades

Para la fabricación de hormigones podrán emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas machacadas o escorias siderúrgicas apropiadas, así como otros productos cuyo empleo esté sancionado por la práctica, o que resulten aconsejables como consecuencia de estudios realizados en laboratorio.

Deberán llevar obligatoriamente el marcado CE, según las Directivas 89/106CEE y 93/68CEE, traspuestas a la legislación española por los RD1630/1992 y 1328/1995.

En el caso de utilizar escorias siderúrgicas como áridos, se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos.

Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables.

Será de obligado cumplimiento lo especificado en el artículo 28º de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

### 2.7.2. Designación y tamaños del árido

Arena o árido fino: Árido o fracción del mismo que pasa por un tamiz de 4 mm de luz de malla (tamiz 4 UNE EN 933-2:96).

Árido grueso o grava: Árido o fracción del mismo que resulta retenido por el tamiz 4 (UNE EN 933-2:96) y cuyo tamaño máximo sea menor que las dimensiones siguientes:

a) 0,8 de la distancia horizontal libre entre vainas o armaduras que no formen grupo, o entre un borde de la pieza y una vaina o armadura que forme un ángulo mayor que 45º con la dirección de hormigonado.

b) 1,25 de la distancia entre un borde de la pieza y una vaina o armadura que forme un ángulo no mayor que 45º con la dirección de hormigonado.

c) 0,25 de la dimensión mínima de la pieza, excepto en los casos siguientes:

Losa superior de los forjados, donde el tamaño máximo del árido será menor que 0,4 veces el espesor mínimo.

Piezas de ejecución muy cuidada (caso de prefabricación en taller) y aquellos elementos en los que el efecto pared del encofrado sea reducido (forjados que se encofran por una sola cara), en cuyo caso será menor que 0,33 veces el espesor mínimo.

Árido total o árido: el que por sí solo o por mezcla posee las proporciones de arena y grava necesarias para la fabricación de un tipo de hormigón.

### 2.7.3. Prescripciones y ensayos

Los áridos cumplirán las condiciones físico - químicas, físico - mecánicas y de granulometría y forma establecidas en el apartado 28.3 del artículo 28º de la EHE.

### 2.7.4. Suministro y almacenamiento de los áridos

Los áridos se transportarán y acopiarán de manera que se evite su segregación y contaminación, debiendo mantener las características granulométricas de cada una de sus fracciones hasta su incorporación a la mezcla.

El suministrador de los áridos garantizará documentalmente el cumplimiento de las especificaciones establecidas en el artículo 30º de la CE, hasta la recepción de estos.

Cada carga de árido irá acompañada de una hoja de suministro en la que figuren como mínimo el nombre del suministrador, el nº de serie de la hoja de suministro, el nombre de la cantera, la fecha de entrega, el nombre del peticionario, el tipo, cantidad y designación de árido, así como la identificación del lugar de suministro.

### 2.7.5. Medición y abono

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de la que forma parte.

## 2.8. Agua

### 2.8.1. Condiciones generales

En general, podrán ser utilizadas, tanto para el amasado como para el curado de morteros y hormigones, todas las aguas que la práctica haya sancionado como aceptables y que, empleadas en casos análogos, no hayan producido eflorescencias ni originado perturbaciones en los procesos de fraguado y endurecimiento, si bien específicamente deberán reunir las condiciones reseñadas en el CE.

### 2.8.2. Control de calidad

En los casos en que no se posean antecedentes de uso, deberán analizarse las aguas, y salvo justificación especial de que su empleo no altera de forma importante las propiedades de los morteros u hormigones con ellas fabricados, se rechazarán todas las que tengan un pH inferior a cinco (5); las que posean un total de sustancias disueltas superior a los quince (15) gramos por litro (15.000 p. p. m.); aquellas cuyo contenido en sulfatos, expresado en S0*= rebase un (1) gramo por litro (1.000 p. p. m.); las que contengan ion cloro en proporción superior a seis (6) gramos por litro (6.000 p. p. m.); las aguas en las que se aprecie la presencia de hidratos de carbono, y finalmente, las que contengan sustancias orgánicas solubles en éter, en cantidad igual o superior a quince (15) gramos por litro (15.000 p.p.m.).

La toma de muestras y los análisis anteriormente prescritos deberán realizarse de acuerdo con los métodos de ensayo UNE 7130, UNE 7131, UNE 7132. UNE 7178, UNE 7234, UNE 7235 y UNE 7236.

Cuando se trate de morteros u hormigones en masa, y previa autorización del Director de las obras, el límite anteriormente indicado para el ion cloro, de seis (6) gramos por litro, podrá elevarse a dieciocho (18) gramos por litro, y, análogamente, el límite de ion sulfato, de un (1) gramo, podrá elevarse a cinco (5) gramos por litro, en aquellos morteros u hormigones cuyo conglomerante sea resistente al yeso.

## 2.9. Tubos en general

Los tubos de cualquier clase o tipo serán perfectamente lisos, de sección circular o no, espesores uniformes con generatrices rectas, o con la curvatura que les corresponde en los codos o piezas especiales. No se admitirán los que presenten ondulaciones o desigualdades mayores de 5 mm. ni rugosidades de más de 2 mm.

Cumplirán, además, las condiciones que se señalan en los artículos correspondientes a cada clase de tubo.

En general se admitirán tolerancias en el diámetro interior de 1,5% en menos y del 3% en más y del 10% en el espesor de las paredes.

En todo caso deberán permitir el paso libre por su interior de una esfera de diámetro 1,5 mm menor que el señalado para el tubo.

## 2.10. Tubos de pvc

### 2.10.1. Condiciones generales

Las especificaciones para los tubos, accesorios y sistemas de tuberías de PVC corrugadas para saneamiento cumplirán como mínimo la exigencia de la Norma UNE-EN 13476

Los tubos serán de policloruro de vinilo rígido, de espesor uniforme y superficie interior sin defectos. Serán fuertes, duraderos y libres de defectos, grietas y deformaciones.

Podrán ser de cualquiera de los dos tipos siguientes:

- De junta abierta: de sección circular y terminado en copa en uno de sus extremos. Cada junta tendrá una capacidad de absorción equivalente a un tubo ranurado de 1 m de longitud.
- Ranurado o perforado: con superficie lisa a ondulada y sección ovoidal con base rectas, o circular, terminado en copa en uno de sus extremos, o sin copa para unión con manguito.

Las juntas serán homogéneas de caucho EPDM tipo Delta Bilabiada y cumplirán las características de la Norma UNE-EN-681-1.

### 2.10.2. Resistencia

Para las condiciones de resistencia, forma y dimensiones serán de aplicación los apartados 420.2.1.2 y 2.1.3 del PG- 3.

### 2.10.3. Tubos a emplear

Las posibles tuberías de PVC corrugado a disponer en obra serán los siguientes:

| DIÁMETRO EXTERIOR (mm) | RIGIDEZ NOMINAL (kN/mm$^2$) |
|---|---|
| 200 | SN-8 |
| 315 | SN-8 |
| 500 | SN-8 |
| 630 | SN-8 |

### 2.10.4. Control de calidad

Los suministros de tubos, accesorios y juntas deben llevar el marcado exigido por la Norma citada y se entregarán acompañados del Certificado de Control de Calidad conforme a la Norma UNE-EN ISO 9002.

Los tubos deberán cumplir las condiciones fundamentales y de calidad fijadas en los apartados anteriores, así como las correspondientes normas y disposiciones relativas a fabricación y control industrial.

Cuando lleguen a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

El fabricante de los tubos establecerá las condiciones técnicas de la resina de policloruro de vinilo, de forma que pueda garantizar el cumplimiento de las características a corto plazo y a largo plazo (50 años) que se exigen en este pliego. En especial tendrá en cuenta las siguientes características de la resina:

- Peso específico aparente
- Granulometría
- Porosidad el grano
- Indice de Viscosidad
- Colabilidad
- Color
- Contenido máximo de monómetro libre
- Humedad

Estas características se determinarán de acuerdo con las normas UNE correspondientes o, en su defecto, con las normas ISO. El material que forma la pared del tubo tendrá las características que a continuación se expresan, con la indicación del método de ensayo para su determinación, en el siguiente cuadro:

| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS | |
|---|---|
| Densidad: | 1.350 ÷ 1.520 kg/m³ |
| Coeficiente de dilatación lineal: | 8 x $10^{-5}$ m/m. °C |
| Conductividad térmica: | 0,13 kcal/m.h. °C |
| Calor específico: | 0,2 ÷ 0,3 cal/g.°C |
| Temperatura de Reblandecimiento Vicat: | ≥ 79 °C, según norma UNE-EN ISO 2507-1 |
| Límites de pH: | Entre 3 y 9, a 20 °C |
| Resistencia al diclorometano: | A 15 °C, durante 30 min, según UNE-EN ISO 9852 |
| Comportamiento al calor: | De acuerdo con la norma ISO 12091 |
| **CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS** | |
| Rigidez Anular (también llamada RCE = Rigidez Circunferencial Específica): | RCE ≥ 8 kN/m², según UNE-EN ISO 9969 |
| Coeficiente de Fluencia a 2 años: | ≤ 2,5, según UNE-EN ISO 9967<br>El valor real es inferior a 1,8 |
| Resistencia al Impacto: | Según UNE-EN ISO 3127 (Método de la Esfera del Reloj) |
| Flexibilidad Anular: | 30% de deformación en DN160 a D315, y 20% en DN400 a DN1200, según UNE-EN ISO 13968 |
| **CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS** | |
| Estanqueidad con junta elastomérica a presión interna: | Ensayos a 0,05 MPa con desviación angular y con deflexión diametral, según UNE-EN ISO 13259 |
| Estanqueidad con junta elastomérica a depresión interna: | Ensayos a -0,03 MPa con desviación angular y con deflexión diametral, según UNE-EN ISO 13259 |
| Rugosidad equivalente (Prandtl-Colebrook): | K= 0,01 mm (para aguas limpias)<br>K= 0,10 ÷ 0,25 mm (para aguas residuales) |

### 2.10.5. Medición y abono

Se abonará la tubería de acuerdo a los metros lineales realmente colocados en obra de acuerdo a los precios indicados en el Cuadro de Precios Nº 1.

Este precio incluye el suministro de la tubería, pruebas e inspecciones tanto en fábrica como en montaje, transporte, carga y descarga para acopio del material, inspección de soldaduras, así como piezas especiales.

# 3. Unidades de obra

## 3.1. Despeje y desbroce del terreno

### 3.1.1. Definición

Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material indeseable según el Proyecto o a juicio del Director de las Obras.

La ejecución de esta operación incluye las operaciones siguientes:

- Remoción de los materiales objeto de desbroce.
- Retirado y extendido de los mismos en su emplazamiento definitivo.

La tierra vegetal deberá ser siempre retirada, excepto cuando vaya a ser mantenida según lo indicado en el Proyecto o por el Director de las Obras.

### 3.1.2. Ejecución de las obras

- *Remoción de los materiales de desbroce*

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Debe retirarse la tierra vegetal de las superficies de terreno afectadas por excavaciones o terraplenes, según las profundidades definidas en el Proyecto y verificadas o definidas durante la obra.

En zonas muy blandas o pantanosas la retirada de la capa de tierra vegetal puede ser inadecuada, por poder constituir una costra más resistente y menos deformable que el terreno subyacente. En estos casos y en todos aquellos en que, a juicio del Proyecto o del Director de obra, el mantenimiento de dicha capa sea beneficioso, esta no se retirará.

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones próximas existentes.

El Contratista deberá disponer las medidas de protección adecuadas para evitar que la vegetación, objetos y servicios considerados como permanentes, resulten dañados. Cuando dichos elementos resulten dañados por el Contratista, este deberá reemplazarlos, con la aprobación del Director de obra, sin costo para la Propiedad.

Todos los tocones o raíces mayores de diez centímetros (10 cm) de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a cincuenta centímetros (50 cm), por debajo de la rasante de la explanación.

Fuera de la explanación los tocones de la vegetación que a juicio del Director de obra sea necesario retirar, en función de las necesidades impuestas por la seguridad de la circulación y de la incidencia del posterior desarrollo radicular, podrán dejarse cortados a ras de suelo.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material análogo al suelo que ha quedado al descubierto al hacer el desbroce y se compactarán conforme a lo indicado en el presente Pliego hasta que la superficie se ajuste a la del terreno existente.

Todos los pozos y agujeros que queden dentro de la explanación se rellenarán conforme a las instrucciones del Director de obra.

Los árboles susceptibles de aprovechamiento serán podados y limpiados, luego se cortarán en trozos adecuados y, finalmente, se almacenarán cuidadosamente, a disposición de la Administración y separados de los montones que hayan de ser quemados o desechados. Salvo indicación en contrario del Director de obra, la madera no se troceará a longitud interior a tres metros (3 m).

Los trabajos se realizarán de forma que no se produzcan molestias a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

- *Retirada y disposición de los materiales objeto del desbroce*

Todos los productos o subproductos forestales, no susceptibles de aprovechamiento, serán eliminados de acuerdo con lo que, sobre el particular, establezca el Proyecto u ordene el Director de obra. En principio estos elementos serán quemados, cuando esta operación esté permitida y sea aceptada por el Director de obra, previa autorización administrativa. El Contratista deberá disponer personal especializado para evitar los daños tanto a la vegetación como a bienes próximos. Al finalizar cada fase, el fuego debe quedar completamente apagado. Deberá tomar todas las medidas preventivas necesarias.

En el caso de no poder ser quemado, se trasladará a vertedero.

Los restantes materiales serán utilizados por el Contratista, en la forma y en los lugares que señale el Director de obra.

La tierra vegetal procedente del desbroce debe ser dispuesta en su emplazamiento definitivo en el menor intervalo de tiempo posible. En caso de que no sea posible utilizarla directamente, debe guardarse en montones de altura no superior a tres metros (1,5 m). Debe evitarse que sea sometida al paso de vehículos o a sobrecargas, ni antes de su remoción ni durante su almacenamiento, y los traslados entre puntos deben reducirse al mínimo.

Si se proyecta enterrar los materiales procedentes del desbroce, estos deben extenderse en capas dispuestas de forma que se reduzca al máximo la formación de huecos. Cada capa debe cubrirse o mezclarse con suelo para rellenar los posibles huecos, y sobre la capa superior deben extenderse al menos treinta centímetros (30

cm) de suelo compactado adecuadamente. Estos materiales no se extenderán en zonas donde se prevean afluencias apreciables de agua.

Si el vertido se efectúa fuera de la zona afectada por el Proyecto, el Contratista deberá conseguir, por sus medios, emplazamientos adecuados para este fin, no visibles desde la calzada, que deberán ser aprobados por el Director de obra, y deberá asimismo proporcionar al Director de obra copias de los contratos con los propietarios de los terrenos afectados.

### 3.1.3. Medición y abono

Se medirá por metros cuadrados (m2) según la superficie realmente despejada y desbrozada, de acuerdo con los límites de obra definidos en los planos, medidos sobre la proyección horizontal del terreno.

## 3.2. Excavación en desmonte

Consiste en el conjunto de operaciones para excavar y nivelar las zonas donde ha de asentarse la carretera, incluyendo la plataforma, taludes y cunetas, así como las zonas de préstamos, previstos o autorizados, y el consiguiente transporte de los productos removidos al depósito o lugar de empleo.

Se incluyen en esta unidad la ampliación de las trincheras, la mejora de taludes en los desmontes, y la excavación adicional en suelos inadecuados, ordenadas por el Director de las Obras.

La excavación será sin clasificar, en cualquier tipo de terreno.

### 3.2.1. Ejecución

El Ingeniero Director de las obras podrá paralizar los trabajos sin derecho a indemnización si no se cumplen las medidas de seguridad adoptadas.

El Director de las obras podrá modificar la anchura, la profundidad y los taludes de la excavación previstos en los Planos, cuando lo juzgue conveniente para la correcta ejecución de las mismas, a la vista de las condiciones del terreno excavado.

Se efectuarán las operaciones para asegurar perfectas condiciones de drenaje en toda la explanación sin perjuicios locales de erosión.

Todos los materiales obtenidos en la excavación se destinarán a la construcción de terraplenes, siempre que cumplan las condiciones exigidas en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares

Las excavaciones de material de préstamos se realizarán, previa autorización del Director de las obras, en zonas no visibles desde la carretera, asegurando el adecuado drenaje y evacuación del agua de lluvia que caiga sobre las mismas. Los taludes de los préstamos deberán ser suaves y redondeados, y una vez terminada su explotación se dejarán de forma que no afecten al aspecto general del paisaje.

Al realizar la excavación se tendrá especial cuidado en que la tierra vegetal no se mezcle en ningún momento con el resto del material excavado cuando éste sea utilizable para su posterior empleo en terraplenes. Los materiales procedentes de la excavación que incluyen restos del antiguo firme o tierra vegetal serán transportados a gestor autorizado o a lugar de empleo.

Si por la organización de la obra, en el momento de excavar terrenos aprovechables para terraplén no hubiera tajo de terraplén abierto, el material excavado se acopiará para su empleo en el momento oportuno.

El Contratista quedará obligado a emplear en terraplén el material procedente de explanación, siempre que cumpla las condiciones requeridas a juicio del Director de la Obra.

### 3.2.2. Medición y abono

La excavación de la explanación se medirá por metros cúbicos (m³) realmente ejecutados que, en ningún caso podrán exceder los deducidos de las mediciones llevadas a cabo sobre perfiles transversales obtenidos durante las obras, sin contabilizar los excesos no necesarios a juicio del Ingeniero Director.

La excavación será NO CLASIFICADA, es decir no se distinguirá entre distintos tipos de terrenos.

El abono se realizará de acuerdo al precio que para esta unidad figura en el Cuadro de Precios nº 1

El precio de excavación de la explanación incluye el transporte de los productos a lugar de empleo o gestor autorizado, autorizado por el Ingeniero Director.

## 3.3. Excavación en zanjas y pozos

### 3.3.1. Definición

Se entiende por excavación en zanjas y pozos la efectuada desde la superficie del terreno natural o modificado por la excavación a cielo abierto, para abrir zanjas o pozos necesarios para la construcción de pequeñas obras de fábrica, incluidos los pasos salvacunetas y cualquier obra propia de este Proyecto, y el consiguiente transporte de los productos removidos a depositar en el lugar de empleo o a gestor autorizado por el Ingeniero Director.

La excavación será NO CLASIFICADA, es decir no se distinguirá entre distintos tipos de terrenos.

### 3.3.2. Ejecución de las obras

Se realizará de acuerdo a lo especificado en el artículo 321 del PG-3. Una vez terminadas las operaciones de despeje y desbroce del terreno y las obras de

excavación de la explanación, se iniciarán estas, ajustándose a lo indicado en los Planos.

No obstante, el Ingeniero Director podrá autorizar la ejecución de la excavación en zanjas y pozos, antes de terminar la excavación de la explanación, cuando el Contratista lo solicite por interés propio, siempre que la alteración del orden establecido no suponga perjuicio para la obra.

Los Planos definen las zonas a excavar, alineaciones, pendientes y dimensiones definidas resultantes, o en su defecto serán determinadas en el curso de la obra por el Ingeniero Director.

Si el terreno lo requiere, se han de tomar precauciones especiales adecuadas a evitar el riesgo que se prevea. El Ingeniero Director podrá paralizar los trabajos sin derecho a indemnización, si no se cumplen las medidas de seguridad adoptadas.

El Director de las obras podrá modificar la anchura, la profundidad y los taludes de la excavación previstos en los Planos cuando lo juzgue conveniente para la correcta ejecución de las mismas, a la vista de las condiciones del terreno excavado.

Se efectuarán las operaciones necesarias para asegurar perfectas condiciones de drenaje en toda la explanación sin perjuicios locales de erosión.

Todos los materiales obtenidos en la excavación se destinarán a la construcción de terraplenes o rellenos de zanjas, siempre que cumplan las condiciones exigidas en el presente Pliego.

Al realizar la excavación se tendrá especial cuidado en que la tierra vegetal no se mezcle en ningún momento con el resto del material excavado, cuando este sea utilizable para su posterior empleo en terraplenes. Los materiales procedentes de la excavación que incluyen restos del antiguo firme o tierra vegetal serán transportados a gestor autorizado o lugar de empleo.

Si por la organización de la obra, en el momento de excavar terrenos aprovechables para terraplén no hubiera tajo de terraplén abierto, el material excavado se acopiará para su empleo en el momento oportuno.

El Contratista quedará obligado a emplear en terraplén el material procedente de esta excavación, siempre que cumpla las condiciones requeridas a juicio del Director de la obra.

Los taludes y fondo de la excavación han de quedar libres de material suelto o flojo. Se eliminarán las rocas sueltas o desintegradas.

### 3.3.3. Medición y abono

La excavación en zanjas y pozos se considera incluida en los precios de los que forma parte por lo que no procede su abono de forma independiente.

## 3.4. Rellenos localizados

### 3.4.1. Definición

Esta unidad consiste en la extensión y compactación de suelos, procedentes de excavaciones o préstamos, en relleno de zanjas, trasdós de obras de fábrica, cimentación o apoyo de estribos o cualquier otra zona que, por su reducida extensión, compromiso estructural u otra causa no permita la utilización de los mismos equipos de maquinaria con que se lleva a cabo la ejecución del resto del relleno, o bien exija unos cuidados especiales en su construcción.

Será de aplicación lo establecido en el artículo 332 del PG3.

### 3.4.2. Materiales

Para la ejecución de rellenos localizados en las proximidades de obras de hormigón, quedará prohibido el uso de materiales que tengan algún contenido en yesos por pequeño que este sea. En el resto de rellenos, el material a emplear será el definido en los Planos o aquel que decida el ingeniero Director de la obra.

### 3.4.3. Medición y abono

La medición se realizará en metros cúbicos ($m^3$) realmente ejecutados y el abono se realizará de acuerdo al precio que para esta unidad figura en el Cuadro de Precios nº 1, quedando incluida en el precio de la extensión, humectación y compactación.

## 3.5. Zahorras

Se define como zahorra el material granular, de granulometría continua, constituido por partículas total o parcialmente trituradas, en la proporción mínima que se especifique en cada caso y que es utilizado como capa de firme.

La ejecución de las capas de firme con zahorra incluye las siguientes operaciones:

- Estudio del material y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie existente.
- Preparación del material, si procede, y transporte al lugar de empleo.
- Extensión, humectación, si procede, y compactación.

### 3.5.1. Materiales

***Consideraciones generales***

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Reglamento 305/2011 de 9 de marzo de 2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen las condiciones armonizadas para la comercialización de

productos de construcción. Para los productos con marcado CE, el fabricante asumirá la responsabilidad sobre la conformidad de los mismos con las prestaciones declaradas, de acuerdo con el artículo 11 del mencionado Reglamento. Los productos que tengan el marcado CE deberán ir acompañados, además de dicho marcado, de la Declaración de Prestaciones, y de las instrucciones e información de seguridad del producto. Por su parte, el Contratista deberá verificar que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permitan deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto o, en su defecto, en este Pliego, debiendo adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones declaradas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

Los áridos reciclados de residuos de construcción y demolición deberán aportar documento acreditativo de su origen, de la idoneidad de sus características para el uso propuesto, que han sido debidamente tratados y que no se encuentran mezclados con otros contaminantes.

Independientemente de lo anterior, se estará además en todo caso a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud, de producción, almacenamiento, gestión y transporte de productos de la construcción, de residuos de construcción y demolición, y de suelos contaminados.

Para este proyecto se utilizará Zahorra artificial ZA-25.

En cumplimiento con el Decreto 5/2023, de 4 de mayo, al menos el 10% en peso de la cantidad de árido a emplear en la obra, procederá del tratamiento de RCD.

### *Áridos*

#### *Características Generales*

Los materiales para zahorra procederán de la trituración, total o parcial, de piedra de cantera o de grava natural.

Para las categorías de tráfico pesado T2 a T4 se podrán utilizar materiales granulares reciclados, áridos reciclados de residuos de construcción y demolición —entendiendo por tales a aquellos resultantes del tratamiento de material inorgánico previamente utilizado en la construcción—, áridos siderúrgicos, subproductos y productos inertes de desecho, en cumplimiento del Acuerdo de Consejo de Ministros de 26 de diciembre de 2008, por el que se aprueba el Plan Nacional Integrado de Residuos 2008-2015, siempre que cumplan las prescripciones técnicas exigidas en este artículo, y se declare el origen de los materiales, tal como se establece en la legislación comunitaria sobre estas materias. Para el empleo de estos materiales se exige que las condiciones para su tratamiento y aplicación estén fijadas expresamente en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Los áridos reciclados de residuos de construcción y demolición se someterán, en centrales fijas o móviles, a un proceso de separación de componentes no deseados, de cribado y de eliminación final de contaminantes. De igual manera, los áridos

siderúrgicos, tras un proceso previo de machaqueo, cribado y eliminación de elementos metálicos y otros contaminantes, se envejecerán con riego de agua durante un periodo mínimo de tres (3) meses.

El Director de las Obras, podrá fijar especificaciones adicionales cuando se vayan a emplear materiales cuya naturaleza o procedencia así lo requiriese.

Los materiales para las capas de zahorra no serán susceptibles a ningún tipo de meteorización o alteración físico-química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en la zona de empleo. Se deberá garantizar tanto la durabilidad a largo plazo, como que no puedan dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras u otras capas del firme, o contaminar el suelo o corrientes de agua. Por ello, en materiales en los que, por su naturaleza, no exista suficiente experiencia sobre su comportamiento, deberá hacerse un estudio especial sobre su aptitud para ser empleado, que deberá ser aprobado por el Director de las Obras.

La pérdida en el ensayo de sulfato de magnesio (UNE EN 1367-2) de los áridos reciclados de residuos de construcción y demolición no superará el dieciocho por ciento (< 18%).

El árido siderúrgico procedente de horno alto no presentará desintegración por el silicato bicálcico ni por el hierro (norma UNE-EN 1744-1).

El árido siderúrgico de acería deberá presentar una expansividad inferior al cinco por ciento (< 5%) (norma UNE-EN 1744-1). La duración del ensayo será de veinticuatro horas (24 h) cuando el contenido de óxido de magnesio (norma UNE-EN 196-2) sea menor o igual al cinco por ciento (MgO < 5%) y de ciento sesenta y ocho horas (168 h) en los demás casos. Además, el Índice Granulométrico de Envejecimiento (IGE) (NLT-361) será inferior al uno por ciento (< 1%) y el contenido de cal libre (UNE-EN 1744-1) será inferior al cinco por mil (< 5‰).

#### *Composición química*

El contenido ponderal en azufre total (expresado en S, norma UNE-EN 1744-1), será inferior al cinco por mil (S < 5 %) donde los materiales estén en contacto con capas tratadas con cemento, e inferior al uno por ciento (< 1%) en los demás casos.

En el caso de emplearse materiales reciclados procedentes de demoliciones de hormigón, el contenido de sulfatos solubles en agua del árido reciclado (expresados en SO3, norma UNE-EN 1744-1), deberá ser inferior al siete por mil (SO3 < 7 %).

### *Árido grueso*

#### *Definición*

Se define como árido grueso a la parte del árido total retenida en el tamiz 4 mm (norma UNE-EN 933-2).

#### *Angulosidad*

La proporción de partículas total y parcialmente trituradas del árido grueso (norma UNE-EN 933-5) deberá cumplir lo fijado en la tabla 510.1.a.

**TABLA 510.1.a - PROPORCIÓN DE PARTÍCULAS TOTAL Y PARCIALMENTE TRITURADAS DEL ÁRIDO GRUESO** (% en masa)

| CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO | | |
|---|---|---|
| **T00 a T0** | **T1 a T2 y ARCENES T00 a T0** | **T3 a T4 y RESTO de ARCENES** |
| 100 | ≥ 70 | ≥ 50 |

Adicionalmente, la proporción de partículas totalmente redondeadas del árido grueso (norma UNE-EN 933-5) deberá cumplir lo fijado en la tabla 510.1.b.

**TABLA 510.1.b - PROPORCIÓN DE PARTÍCULAS TOTALMENTE REDONDEADAS DEL ÁRIDO GRUESO** (% en masa)

| CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO | | |
|---|---|---|
| **T00 a T0** | **T1 a T2 y ARCENES T00 a T0** | **T3 a T4 y RESTO de ARCENES** |
| 0 | ≤ 10 | ≤ 10 |

*Forma (índice de lajas)*

El índice de lajas (FI) de las distintas fracciones del árido grueso (norma UNE-EN 933-3) deberá ser inferior a treinta y cinco (FI < 35).

*Resistencia a la fragmentación (coeficiente de Los Ángeles)*

El coeficiente de Los Ángeles (LA) (norma UNE-EN 1097-2) de los áridos para la zahorra no deberá ser superior a los valores indicados en la tabla 510.2.

**TABLA 510.2 - VALOR MÁXIMO DEL COEFICIENTE DE LOS ÁNGELES (LA)**

| CATEGORÍA TRÁFICO PESADO | |
|---|---|
| **T00 a T2** | **T3, T4 y ARCENES** |
| 30 | 35 |

*Limpieza (Contenido de impurezas)*

Los materiales deberán estar exentos de todo tipo de materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa.

El contenido de finos del árido grueso (norma UNE-EN 933-1), expresado como porcentaje que pasa por el tamiz 0,063 mm, será inferior al uno por ciento (< 1%) en

***Árido fino***

*Definición*

Se define como árido fino a la parte del árido total cernida por el tamiz 4 mm de la norma UNE-EN 933-2.

*Calidad de los finos*

El equivalente de arena (SE4) (Anexo A de la norma UNE-EN 933-8), para la fracción 0/4 del material, deberá cumplir lo indicado en la tabla 510.1. De no cumplirse esta condición, su valor de azul de metileno (Anexo A de la norma UNE-EN 933-9), para la fracción 0/0,125 deberá ser inferior a diez gramos por kilogramo (MBF < 10 g/kg) y, simultáneamente, el equivalente de arena (SE4) no deberá ser inferior en más de cinco (5) unidades a los valores indicados en la tabla 510.3.

**TABLA 510.3 -EQUIVALENTE DE ARENA ($SE_4$)**

| T00 a T1 | T2 a T4 y ARCENES de T00 a T2 | ARCENES de T3 y T4 |
|---|---|---|
| > 40 | > 35 | > 30 |

El Director de las Obras, podrá exigir que el material sea no plástico (normas UNE 103103 y UNE 103104).

En el caso de arcenes no pavimentados, de las categorías de tráfico pesado T32 y T4 (T41 y T42), el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares podrá admitir que el índice de plasticidad (normas UNE 103103 y UNE 103104) sea inferior a diez (< 10), y que el límite líquido (norma UNE 103103) sea inferior a treinta (< 30).

***Tipo y composición del material***

La granulometría del material (norma UNE-EN 933-1) deberá estar comprendida dentro de alguno de los husos indicados en la tabla 510.4.

**TABLA 510.4 - HUSOS GRANULOMÉTRICOS CERNIDO ACUMULADO** (% en masa)

| TIPO DE ZAHORRA (*) | ABERTURA DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 (mm) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 40 | 32 | 20 | 12,5 | 8 | 4 | 2 | 0,500 | 0,250 | 0,063 |
| ZA 0/32 | 100 | 88-100 | 65-90 | 52-76 | 40-63 | 26-45 | 15-32 | 7-21 | 4-16 | 0-9 |
| ZA 0/20 | | 100 | 75-100 | 60-86 | 45-73 | 31-54 | 20-40 | 9-24 | 5-18 | 0-9 |
| ZAD 0/20 (**) | | 100 | 65-100 | 47-78 | 30-58 | 14-37 | 0-15 | 0-6 | 0-4 | 0-2 |

(*) La designación del tipo de zahorra se hace en función del tamaño máximo nominal, que se define como la abertura del primer tamiz que retiene más de un diez por ciento en masa.

(**) Tipo denominado zahorra drenante, utilizado en aplicaciones específicas.

En todos los casos, el cernido por el tamiz 0,063 mm (norma UNE-EN 933-2) será menor que los dos tercios (< 2/3) del cernido por el tamiz 0,250 mm (norma UNE-EN 933-2).

## 3.5.2. Equipo necesario par al ejecución de las obras

***Consideraciones generales***

No se podrá utilizar en la ejecución de las zahorras ningún equipo que no haya sido previamente empleado en el tramo de prueba y aprobado por el Director de las Obras.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de transporte en lo referente a los equipos empleados en la ejecución de las obras.

### *Central de fabricación*

La fabricación de la zahorra para su empleo en firmes de carreteras con categoría de tráfico pesado T00 a T2 se realizará en instalaciones específicas que permitan su mezclado y humectación uniforme y homogénea. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el tipo, características y la producción horaria mínima.

En cualquier caso, la instalación deberá permitir dosificar por separado las distintas fracciones de árido y, eventualmente, el agua en las proporciones y con las tolerancias fijadas en la fórmula de trabajo. El número mínimo de fracciones será de dos (2).

Las tolvas para los áridos deberán tener paredes resistentes y estancas, bocas de anchura suficiente para que su alimentación se efectúe correctamente, provistas de una rejilla que permita limitar el tamaño máximo, así como de un rebosadero que evite que un exceso de contenido afecte al funcionamiento del sistema de clasificación. Se dispondrán con una separación suficiente para evitar contaminaciones entre ellas y deberán estar provistas a su salida de dispositivos ajustables de dosificación.

Los sistemas de dosificación de los materiales podrán ser volumétricos. No obstante, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, podrá establecer que sean ponderales, para la fabricación de zahorras que se vayan a emplear en firmes de nueva construcción de carreteras con categoría de tráfico pesado T00 a T1 y cuando la obra tenga una superficie de pavimentación superior a setenta mil metros cuadrados (> 70 000 m2).

Si se utilizan centrales de fabricación con dosificadores ponderales, éstos deberán ser independientes; al menos uno (1) para cada una de las fracciones del árido. La precisión del dosificador será superior al dos por ciento (± 2%).

El agua añadida se controlará mediante un caudalímetro, cuya precisión será superior al dos por ciento (± 2%), y un totalizador con indicador en la cabina de mando de la central.

El equipo de mezclado deberá ser capaz de asegurar la completa homogeneización de los componentes dentro de las tolerancias fijadas.

### *Elementos de transporte*

La zahorra se transportará al lugar de empleo en camiones de caja abierta, lisa y estanca, perfectamente limpia. Deberán disponer de lonas o cobertores adecuados para protegerla durante su transporte.

En el caso de utilizarse extendedoras como equipos de extensión, y cuando éstas no dispongan de elementos de transferencia de carga, la altura y forma de los camiones será tal que, durante el vertido en la extendedora, el camión sólo toque a aquélla a través de los rodillos previstos al efecto.

Los medios de transporte deberán estar adaptados, en todo momento, al ritmo de ejecución de la obra teniendo en cuenta la capacidad de producción de la central de fabricación y del equipo de extensión y la distancia entre ésta y la zona de extensión.

***Equipo de extensión***

En carreteras de nueva construcción con categoría de tráfico pesado T00 a T2, y cuando la obra tenga una superficie a pavimentar superior a los setenta mil metros cuadrados (> 70 000 m2), se utilizarán extendedoras automotrices, que estarán dotadas de sistemas automáticos de nivelación y de los dispositivos necesarios para la puesta en obra de la zahorra con la configuración deseada y para proporcionarle un mínimo de compactación.

En el resto de los casos, el Director de las Obras, deberá fijar y aprobar los equipos de extensión de las zahorras.

En el caso de utilizarse extendedoras que no estén provistas de una tolva para la descarga del material desde los camiones, ésta deberá realizarse a través de dispositivos de preextensión que garanticen su reparto homogéneo y uniforme delante del equipo de extensión.

Se comprobará, en su caso, que los ajustes del enrasador y de la maestra se atienen a las tolerancias mecánicas especificadas por el fabricante, y que dichos ajustes no han sido afectados por el desgaste.

Las anchuras mínima y máxima de extensión se fijarán por el Director de las Obras. Si al equipo de extensión pudieran acoplarse piezas para aumentar su anchura, éstas deberán quedar alineadas con las existentes en la extendedora.

***Equipo de compactación***

Todos los compactadores deberán ser autopropulsados y tener inversores del sentido de la marcha de acción suave. La composición del equipo de compactación se determinará en el tramo de prueba, y deberá estar compuesto como mínimo por un (1) compactador vibratorio de rodillos metálicos.

El rodillo metálico del compactador vibratorio tendrá una carga estática sobre la generatriz no inferior a trescientos newtons por centímetro (< 300 N/cm) y será capaz de alcanzar una masa de al menos quince toneladas (15 t), con amplitudes y frecuencias de vibración adecuadas.

Si se utilizasen compactadores de neumáticos, éstos deberán ser capaces de alcanzar una masa de al menos veintiocho toneladas (28 t) y una carga por rueda de al menos cuatro toneladas (4 t), con una presión de inflado que pueda llegar a alcanzar un valor no inferior a ocho décimas de megapascal (**0,8 MPa).

Los compactadores de rodillos metálicos tendrán dispositivos automáticos para eliminar la vibración al invertir el sentido de la marcha, y no presentarán surcos ni irregularidades en ellos. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y configuración tales que permitan el solape de las huellas de las delanteras con las de las traseras.

El Director de las Obras aprobará el equipo de compactación que se vaya a emplear, su composición y las características de cada uno de sus componentes, que serán las necesarias para conseguir una compacidad adecuada y homogénea de la zahorra en todo su espesor, sin producir roturas del material granular, ni arrollamientos.

En los lugares inaccesibles para los equipos de compactación convencionales, se emplearán otros de tamaño y diseño adecuados para la labor que se pretenda realizar y siempre deberán ser autorizados por el Director de las Obras.

### 3.5.3. Ejecución de las obras

***Estudio del material y obtención de la fórmula de trabajo***

La producción del material no se iniciará hasta que se haya aprobado por el Director de las Obras la correspondiente fórmula de trabajo, establecida a partir de los resultados del control de procedencia del material (epígrafe 510.9.1).

Dicha fórmula señalará:

- En su caso, la identificación y proporción (en seco) de cada fracción en la alimentación.
- La granulometría de la zahorra por los tamices establecidos en la definición del huso granulométrico.
- La humedad de compactación.
- La densidad mínima a alcanzar.

Si la marcha de las obras lo aconseja, el Director de las Obras podrá exigir la modificación de la fórmula de trabajo. En todo caso, se estudiará y aprobará una nueva si varía la procedencia de los componentes o si, durante la producción, se rebasaran las tolerancias granulométricas establecidas en la tabla 510.5.

**TABLA 510.5 – TOLERANCIAS ADMISIBLES RESPECTO DE LA FÓRMULA DE TRABAJO**

| CARACTERÍSTICA | | UNIDAD | CATEGORÍA TRÁFICO PESADO | |
|---|---|---|---|---|
| | | | T00 a T1 | T2 a T4 y ARCENES |
| CERNIDO POR LOS TAMICES UNE-EN 933-2 | > 4 mm | % sobre la masa total | ± 6 | ± 8 |
| | ≤ 4 mm | | ± 4 | ± 6 |
| | 0,063 mm | | ± 1,5 | ± 2 |
| HUMEDAD DE COMPACTACIÓN | | % respecto de la óptima | ± 1 | – 1,5 / + 1 |

### *Preparación de la superficie existente*

La capa de zahorra no se extenderá hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que se asiente tenga las condiciones de calidad y forma previstas, con las tolerancias establecidas.

Se comprobarán la regularidad, la capacidad de soporte y el estado de la superficie existente. El Director de las Obras, indicará las medidas encaminadas a restablecer una regularidad superficial aceptable y, en su caso, para reparar las zonas deficientes.

### *Fabricación y preparación del material*

En el momento de iniciar la fabricación, las fracciones del árido estarán acopiadas en cantidad suficiente para permitir a la central un trabajo sin interrupciones. El Director de las Obras fijará el volumen mínimo de acopios exigibles en función de las características de la obra y del volumen de zahorra que se vaya a fabricar.

La carga de las tolvas se realizará de forma que su contenido esté siempre comprendido entre el cincuenta y el cien por ciento (50 a 100%) de su capacidad, sin rebosar. En las operaciones de carga se tomarán las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones entre las fracciones de los áridos.

La operación de mezclado se realizará mediante dispositivos capaces de asegurar la completa homogeneización de los componentes. El Director de las Obras fijará, a partir de los ensayos iniciales, el tiempo mínimo de amasado, que en ningún caso será inferior a los treinta segundos (** 30 s).

La adición del agua de compactación se realizará en esta fase, salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares permita expresamente la humectación en el lugar de empleo.

Cuando la zahorra no se fabrique en central, antes de extender una tongada se procederá, si fuera necesario, a su homogeneización y humectación mediante procedimientos sancionados por la práctica que garanticen, a juicio del Director de las Obras, las características previstas del material previamente aceptado, así como su uniformidad.

### *Transporte*

En el transporte de la zahorra se tomarán las debidas precauciones para reducir al mínimo la segregación y las variaciones de humedad, en su caso. Se cubrirá siempre con lonas o cobertores adecuados.

### *Vertido y extensión*

Una vez aceptada la superficie de asiento se procederá al vertido y extensión de la zahorra, en tongadas de espesor no superior a treinta centímetros (> 30 cm), tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones.

Todas las operaciones de aportación de agua deberán tener lugar antes de iniciar la compactación. Después, la única admisible será la destinada a lograr, en superficie, la humedad necesaria para la ejecución de la tongada siguiente.

### *Compactación*

Conseguida la humedad más conveniente, que deberá cumplir lo especificado en el epígrafe 510.5.1, se procederá a la compactación de la tongada, que se continuará hasta alcanzar la densidad especificada en el epígrafe 510.7.1. La compactación se realizará según el plan aprobado por el Director de las Obras, en función de los resultados del tramo de prueba.

La compactación se ejecutará de manera continua y sistemática. Si la extensión se realiza por franjas, al compactar una de ellas se ampliará la zona de compactación para que incluya al menos quince centímetros (15 cm) de la anterior.

Las zonas que, por su reducida extensión, pendiente o proximidad a obras de paso o de desagüe, muros o estructuras, no permitan el empleo del equipo que normalmente se esté utilizando, se compactarán con medios adecuados, de forma que las densidades que se alcancen no resulten inferiores, en ningún caso, a las exigidas en el resto de la tongada.

### *Protección superficial*

La ejecución del riego de imprimación sobre la capa de zahorra y la posterior puesta en obra de la capa de mezcla bituminosa sobre ella, deberá coordinarse de manera que se consiga la protección de la capa terminada, así como que el riego de imprimación no pierda su efectividad como elemento de unión, de acuerdo con lo especificado en el artículo sobre riegos de imprimación de este Pliego.

Se procurará evitar la acción de todo tipo de tráfico sobre la capa ejecutada. Si esto no fuera posible, se extenderá un árido de cobertura sobre el riego de imprimación y se procurará una distribución uniforme del tráfico de obra en toda la anchura de la traza, conforme a lo indicado en el artículo sobre riegos de imprimación de este Pliego. El Contratista será responsable de los daños originados, debiendo proceder a su reparación con arreglo a las instrucciones del Director de las Obras.

### 3.5.4. Tramo de prueba

Antes de iniciarse la puesta en obra de la zahorra será preceptiva la realización de un tramo de prueba, para comprobar la fórmula de trabajo, la forma de actuación de los equipos de extensión y de compactación, y especialmente el plan de compactación. El tramo de prueba se realizará sobre una capa de apoyo similar en capacidad de soporte y espesor al resto de la obra.

Durante la ejecución del tramo de prueba se analizará la correspondencia, en su caso:

- Entre los métodos de control de la humedad y densidad in situ, establecidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, y otros métodos rápidos de control.
- Entre el método de control de la capacidad de soporte mediante ensayo de carga con placa (norma UNE 103808) y otros métodos alternativos de mayor rendimiento.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, fijará la longitud del tramo de prueba, que no será en ningún caso inferior a cien metros (-<100 m). El Director de las Obras determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la unidad de obra definitiva.

A la vista de los resultados obtenidos, el Director de las Obras definirá:

- Si es aceptable o no la fórmula de trabajo.
    - En el primer caso se podrá iniciar la ejecución de la zahorra.
    - En el segundo, el Contratista deberá proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la ensayada, modificación en los sistemas de puesta en obra, corrección de la humedad de compactación, etc.).
- Si son aceptables o no los equipos propuestos por el Contratista:
    - En el primer caso, definirá su forma específica de actuación.
    - En el segundo caso, el Contratista deberá proponer nuevos equipos o incorporar equipos suplementarios.

No se podrá proceder a la producción sin que el Director de las Obras haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del tramo de prueba.

### 3.5.5. Especificaciones de la unidad terminada

***Densidad***

Para las categorías de tráfico pesado T00 a T2, la compactación de la zahorra deberá alcanzar una densidad no inferior a la que corresponda al cien por ciento (< 100%) de la máxima de referencia, obtenida en el ensayo Proctor modificado (norma UNE-EN 13286-2).

Cuando la zahorra se vaya a emplear en calzadas de carreteras con categoría de tráfico pesado T3 y T4 o en arcenes, se podrá admitir una densidad no inferior al noventa y ocho por ciento (** 98%) de la máxima de referencia obtenida en el ensayo Proctor modificado (norma UNE-EN 13286-2).

***Capacidad de soporte***

El valor del módulo de deformación vertical en el segundo ciclo de carga (Ev2), del ensayo de carga vertical de suelos mediante placa estática de trescientos milímetros (300 mm) de diámetro nominal (norma UNE 103808), deberá superar los valores especificados en la tabla 510.6, según las categorías de explanada y de tráfico pesado.

**TABLA 510.6 – VALOR MÍNIMO DEL MÓDULO $E_{v2}$ (Mpa)**

| CATEGORÍA DE EXPLANADA | CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | T00 y T0 | T1 | T2 | T3 | T4 y ARCENES |
| E3 | 200 | 180 | 150 | 120 | 100 |
| E2 | | 150 | 120 | 100 | 80 |
| E1 | | | 100 | 80 | 80 |

Además de lo anterior, el valor de la relación de módulos Ev2/Ev1 será inferior a dos unidades y dos décimas (< 2,2).

El Director de las Obras podrá autorizar la sustitución del ensayo descrito en la norma UNE 103808 por otros procedimientos de control siempre que se disponga de correlaciones fiables y contrastadas entre los resultados de ambos ensayos.

***Rasante, espesor y anchura***

Dispuestos los sistemas de comprobación aprobados por el Director de las Obras, la rasante de la superficie terminada no deberá superar a la teórica en ningún punto. Tampoco deberá quedar por debajo de ella en más de quince milímetros (15 mm) en carreteras con categoría de tráfico pesado T00 a T2, ni en más de veinte milímetros (20 mm) en el resto de los casos.

En perfiles transversales cada veinte metros (20 m), se comprobará la anchura de la capa extendida, que en ningún caso deberá ser inferior a la establecida en los Planos de secciones tipo. El espesor de la capa no deberá ser inferior en ningún punto al previsto para ella en los Planos de secciones tipo.

***Regularidad superficial***

El Índice de Regularidad Internacional (IRI) (norma NLT-330) deberá cumplir lo fijado en la tabla 510.7, en función del espesor total (e) de las capas que se vayan a extender sobre ella.

**TABLA 510.7 - ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)** (dm/hm)

| PORCENTAJE DE HECTÓMETROS | ESPESOR TOTAL DE LAS CAPAS SUPERIORES (cm) | | |
|---|---|---|---|
| | e ≥ 20 | 10 < e < 20 | e ≤ 10 |
| 50 | < 3,0 | < 2,5 | < 2,5 |
| 80 | < 4,0 | < 3,5 | < 3,5 |
| 100 | < 5,0 | < 4,5 | < 4,0 |

## 3.5.6. Limitaciones de la ejecución

La zahorra se podrá poner en obra siempre que las condiciones meteorológicas no hubieran producido alteraciones en la humedad del material tales, que se superasen las tolerancias especificadas en el epígrafe “Estudio del material y obtención de la fórmula de trabajo”

## 3.5.7. Control de calidad

***Control de procedencia del material***

Los áridos, naturales, artificiales o procedentes del reciclado, deberán disponer del marcado CE, según el Anejo ZA de la norma UNE-EN 13242, con un sistema de evaluación de la conformidad 2+, salvo en el caso de los áridos fabricados en el propio lugar de construcción para su incorporación en la correspondiente obra (artículo 5.b del Reglamento 305/2011).

En el caso de áridos con marcado CE, el control de procedencia se podrá llevar a cabo mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan a dicho marcado permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones establecidas en este Pliego. Independientemente de la aceptación de la veracidad de las propiedades referidas en el marcado CE, si se detectara alguna anomalía durante el transporte, almacenamiento o manipulación de los productos, el Director de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento, la realización de comprobaciones y ensayos sobre los materiales suministrados a la obra. En este caso se seguirán los criterios que se indican a continuación.

En el caso de los áridos fabricados en el propio lugar de construcción para su incorporación en la correspondiente obra, de cada procedencia y para cualquier

volumen de producción previsto se tomarán muestras (norma UNE-EN 932-1), y para cada una de ellas se determinará:

- La granulometría de cada fracción por tamizado (norma UNE-EN 933-1).
- Límite líquido e índice de plasticidad (normas UNE 103103 y UNE 103104).
- Coeficiente de Los Ángeles (norma UNE-EN 1097-2).
- Equivalente de arena (Anexo A de la norma UNE-EN 933-8) y, en su caso, azul de metileno (Anexo A de la norma UNE-EN 933-9).
- Índice de lajas (norma UNE-EN 933-3).
- Proporción de caras de fractura de las partículas del árido grueso (norma UNE-EN 933-5).
- Humedad natural (norma UNE-EN 1097-5).
- Contenido ponderal en azufre total (norma UNE-EN 1744-1).
- Contenido de finos del árido grueso (norma UNE-EN 933-1).

Estos ensayos se repetirán durante el suministro siempre que se produzca un cambio de procedencia, no pudiéndose utilizar el material hasta contar con los resultados de ensayo y la aprobación del Director de las Obras.

***Control de ejecución***

*Fabricación*

Se examinará la descarga en acopios o en el tajo desechando los materiales que, a simple vista, contengan materias extrañas o tamaños superiores al máximo aceptado en la fórmula de trabajo. Se acopiarán aparte aquéllos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, lajas, plasticidad, etc., hasta la decisión de su aceptación o rechazo. Se vigilará la altura de los acopios y el estado de sus elementos separadores y de los accesos.

Para los materiales que tengan marcado CE, la comprobación de las siguientes propiedades podrá llevarse a cabo mediante la verificación documental de los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE. En los materiales que no tengan marcado CE, será obligatorio realizar los ensayos de control de identificación y caracterización que se mencionan en este epígrafe.

En el caso de zahorras fabricadas en central se llevará a cabo la toma de muestras a la salida del mezclador. En los demás casos se podrá llevar a cabo la toma de muestras en los acopios.

Para el control de fabricación se realizarán los siguientes ensayos:

**Por cada mil metros cúbicos (1.000 $m^3$) de material producido, o cada día si se fabricase menos material, sobre un mínimo de dos (2) muestras, una por la mañana y otra por la tarde:**

- Granulometría por tamizado (norma UNE-EN 933-1).
- Humedad natural (norma UNE-EN 1097-5).

**Por cada cinco mil metros cúbicos (5.000 $m^3$) de material producido, o una (1) vez a la semana si se fabricase menos material:**

- Proctor modificado (norma UNE-EN 13286-2).
- Equivalente de arena (Anexo A de la norma UNE-EN 933-8) y, en su caso, azul de metileno (Anexo A de la norma UNE-EN 933-9).
- En su caso, límite líquido e índice de plasticidad (UNE 103103 y UNE 103104).
- Contenido de finos del árido grueso (norma UNE-EN 933-1).

**Por cada veinte mil metros cúbicos (20.000 $m^3$) de material producido, o una (1) vez al mes si se fabricase menos material:**

- Índice de lajas (norma UNE-EN 933-3).
- Proporción de caras de fractura de las partículas del árido grueso (norma UNE-EN 933-5).
- Coeficiente de Los Ángeles (norma UNE-EN 1097-2).
- Contenido ponderal en azufre total (norma UNE-EN 1744-1).

El Director de las Obras podrá reducir la frecuencia de los ensayos a la mitad (1/2) si considerase que los materiales son suficientemente homogéneos, o si en el control de recepción de la unidad terminada se hubieran aprobado diez (10) lotes consecutivos.

*Puesta en obra*

Antes de verter la zahorra, se comprobará su aspecto en cada elemento de transporte y se rechazarán todos los materiales segregados.

Se comprobarán frecuentemente:

- El espesor extendido, mediante un punzón graduado u otro procedimiento aprobado por el Director de las Obras, teniendo en cuenta la disminución que sufrirá al compactarse el material. - La humedad en el momento de

la compactación, mediante un procedimiento aprobado por el Director de las Obras.

- La composición y forma de actuación del equipo de puesta en obra y compactación, verificando:
    - Que el número y tipo de compactadores es el aprobado.
    - El lastre y la masa total de los compactadores.
    - La presión de inflado en los compactadores de neumáticos.
    - La frecuencia y la amplitud en los compactadores vibratorios.
    - El número de pasadas de cada compactador.

**Control de recepción de la unidad terminada**

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar los tres (3) criterios siguientes a una (1) sola tongada de zahorra:

- Una longitud de quinientos metros (500 m) de calzada.
- Una superficie de tres mil quinientos metros cuadrados (3.500 $m^2$) de calzada.
- La fracción construida diariamente.

La realización de los ensayos in situ y la toma de muestras se hará en puntos previamente seleccionados mediante muestreo aleatorio, tanto en sentido longitudinal como transversal, de tal forma que haya al menos una (1) toma o ensayo por cada hectómetro (hm). Si durante la construcción se observaran defectos localizados, tales como blandones, se corregirán antes de iniciar el muestreo.

Se realizarán determinaciones de humedad y de densidad en emplazamientos aleatorios con una frecuencia mínima de siete (7) por cada lote. En el caso de usarse sonda nuclear u otros métodos rápidos de control, éstos habrán sido convenientemente calibrados en la realización del tramo de prueba con los ensayos de determinación de humedad natural (norma UNE 103300) y de densidad in situ (norma UNE 103503). La medición de la densidad por el método nuclear se llevará a cabo según la norma UNE 103900, y en el caso de que la capa inferior esté estabilizada, se deberá hincar el vástago de la sonda en todo el espesor de la capa a medir, para asegurar la medida correcta de la densidad, pero sin profundizar más para no dañar dicha capa inferior. Sin perjuicio de lo anterior será preceptivo que la calibración y contraste de estos equipos, con los ensayos de las normas UNE 103300 y UNE 103503, se realice periódicamente durante la ejecución de las obras, en plazos no inferiores a catorce días (<14 d), ni superiores a veintiocho días (>28 d).

Por cada lote se realizará un (1) ensayo de carga con placa de trescientos milímetros (300 mm) de diámetro nominal (norma UNE 103808), así como una (1) determinación de la humedad natural (norma UNE 103300) en el mismo lugar en que se haya efectuado el ensayo. Si durante la ejecución del tramo de prueba se hubiera determinado la correspondencia con otros equipos de medida de mayor rendimiento, el Director de las Obras podrá autorizar dichos equipos en el control.

Se comparará la rasante de la superficie terminada con la teórica establecida en los Planos del Proyecto, en el eje, quiebros de peralte, si existieran, y bordes de perfiles transversales cuya separación no exceda de la mitad (1/2) de la distancia entre los perfiles del Proyecto. En perfiles transversales cada veinte metros (20 m), se comprobará la anchura de la capa y el espesor.

Se controlará la regularidad superficial, en tramos de mil metros de longitud (1 000 m), a partir de las veinticuatro horas (24 h) de su ejecución y siempre antes de la extensión de la siguiente capa, mediante la determinación del Índice de Regularidad Internacional (IRI) (norma NLT-330) calculando un solo valor del IRI para cada hectómetro (hm) del perfil auscultado, que se asignará a dicho hectómetro (hm), y así sucesivamente hasta completar el tramo medido.

### 3.5.8. Criterios de aceptación o rechazo

Los criterios de aceptación o rechazo de la unidad terminada se aplicarán sobre los lotes definidos en el epígrafe 510.9.3, según lo indicado a continuación.

***Densidad***

La densidad media obtenida no será inferior a la especificada en el epígrafe 510.7.1.

Adicionalmente, no se admitirá que más de dos (> 2) individuos de la muestra ensayada presenten un valor inferior al prescrito en más de dos (2) puntos porcentuales. De no alcanzarse los resultados exigidos, el lote se recompactará hasta conseguir la densidad especificada.

Los ensayos de determinación de humedad tendrán carácter indicativo y no constituirán, por sí solos, referencia de aceptación o rechazo.

***Capacidad de soporte***

El módulo de deformación vertical Ev2 y la relación de módulos Ev2/Ev1, obtenidos en el ensayo de carga con placa, no deberán ser inferiores a los especificados en el epígrafe 510.7.2. De no alcanzarse los resultados exigidos, el lote se recompactará hasta conseguir los módulos especificados.

***Espesor***

El espesor medio obtenido no deberá ser inferior al previsto en los Planos del Proyecto. Si fuera inferior, se procederá de la siguiente manera:

- Si es superior o igual al ochenta y cinco por ciento (> 85%) del especificado y no existieran problemas de encharcamiento, se podrá admitir siempre que se compense la merma de espesor con el espesor adicional correspondiente en la capa superior, por cuenta del Contratista.
- Si es inferior al ochenta y cinco por ciento (< 85%) del especificado, se escarificará la capa correspondiente al lote controlado en una profundidad mínima de quince centímetros (15 cm), se añadirá el material necesario de las mismas características y se volverá a compactar y refinar la capa por cuenta del Contratista.

Adicionalmente, no se admitirá que más de un quince por ciento (>15%) de la longitud del lote, pueda presentar un espesor inferior del especificado en los Planos en más de un diez por ciento (> 10%). De no cumplirse esta condición se dividirá el lote en dos (2) partes iguales y se tomarán medidas de cada uno de ellos, aplicándose los criterios descritos en este epígrafe.

***Rasante***

Las diferencias de cota entre la superficie obtenida y la teórica establecida en los Planos del Proyecto no excederán de las tolerancias especificadas en el epígrafe “Rasante,espesor y anchura”, ni existirán zonas que retengan agua.

- Cuando la tolerancia sea rebasada por defecto y no existan problemas de encharcamiento, el Director de las Obras podrá aceptar la superficie siempre que la capa superior a ella compense la merma con el espesor adicional necesario, sin incremento de coste para la Administración.
- Cuando la tolerancia sea rebasada por exceso, éste se corregirá por cuenta del Contratista, siempre que esto no suponga una reducción del espesor de la capa por debajo del valor especificado en los Planos del proyecto.

***Regularidad superficial***

Si los resultados de la regularidad superficial de la capa terminada exceden los límites establecidos, se procederá de la siguiente manera:

- Si es igual en menos de un diez por ciento (< 10%) de la longitud del tramo controlado se aplicará una penalización económica del diez por ciento (10%).

- Si es igual o más del diez por ciento (> 10%) de la longitud del tramo controlado, se escarificará la capa en una profundidad mínima de quince centímetros (15 cm) y se volverá a compactar y refinar por cuenta del Contratista.

### 3.5.9. Medición y abono

La zahorra se abonará por metros cúbicos ($m^3$) medidos sobre los planos de Proyecto. No serán de abono los sobreanchos laterales, ni los consecuentes de la aplicación de la compensación de una merma de espesores en las capas subyacentes.

## 3.6. Tuberías

En el presente proyecto se colocarán tuberías de diversos materiales y diversos diámetros, especificados a lo largo de los diferentes documentos que integran el Proyecto.

### 3.6.1. Ejecución de las tuberías

Una vez preparada la cama de los tubos se procederá a la colocación de los mismos, en sentido ascendente, cuidando su perfecta alineación y pendiente. Los tubos se revisarán minuciosamente, rechazando los que presenten defectos. La colocación se efectuará con los medios adecuados, realizando el descenso al fondo de la zanja mediante manualmente y con cuidado, de ninguna manera mediante rodadura o lanzamiento. En todo caso se evitarán daños en los tubos por golpes o mala sujeción.

Se preverá y cuidará la inmovilidad de los tubos durante la operación de relleno.

Después se examinarán para cerciorarse de que su interior esté libre de tierra, piedras, útiles de trabajo, etc., y se realizará su centrado y perfecta alineación, conseguido lo cual se procederá a calzarlos y acodalarlos con un poco de material de relleno, para impedir su movimiento.

Cada tubo deberá centrarse perfectamente con los adyacentes. La tubería se colocará en sentido ascendente, ejecutándose al mismo tiempo los apoyos para sujeción de la tubería y relleno.

Cuando se interrumpa la colocación de la tubería, se taponarán los extremos libres para impedir la entrada de agua o cuerpos extraños, procediendo, no obstante esta precaución, a examinar con todo cuidado el interior de la tubería al reanudar el trabajo, por si pudiera haberse introducido algún cuerpo extraño en la misma.

Las tuberías y zanjas se mantendrán libres de agua, agotando con bombas o dejando desagües en la excavación. Para proceder al relleno de las zanjas se precisará autorización expresa del Director de las Obras.

Una vez montados los tubos y piezas, se procederá a la sujeción y ejecución de los macizos de apoyo en codos, desviaciones, reducciones y, en general, todos aquellos elementos que están sometidos a acciones que puedan originar desviaciones perjudiciales.

Generalmente no se colocarán más de cien (100) metros de tubería sin proceder al relleno, al menos parcial, para evitar la posible flotación de los tubos en caso de inundación de la zanja y también para protegerlos, en lo posible, de los golpes.

### 3.6.2. Control de calidad

Serán preceptivas las pruebas de la tubería instalada definidas en el anejo de control de calidad.

Antes de empezar las pruebas deben estar colocados, en su posición definitiva, todos los accesorios de la conducción. La zanja debe estar parcialmente rellena, dejando las juntas descubiertas.

Una vez realizadas y con la aprobación del Director de las Obras, se podrá continuar con el relleno de las zanjas.

Todas las superficies metálicas, ya sean tuberías, perfiles metálicos, piezas especiales, anclajes, etc., deberán estar protegidos.

Antes de ser puestas en servicio, las conducciones deberán ser sometidas a un lavado y un tratamiento de depuración bacteriológico adecuado, en las tuberías de abastecimiento.

### 3.6.3. Medición y abono

Las tuberías de polietileno se miden por Ml. realmente colocados y en el precio se incluyen los codos necesarios a colocar en puntos singulares, todas las piezas necesarias para los entronques tanto a las tuberías existentes como a las que se encuentran en la nueva caseta de llaves, las pruebas necesarias para su puesta en uso conforme al anejo de calidad (tanto personal del laboratorio como medios precios para llevar a cabo la misma tales como grupo de presión, válvulas de corte de tramos etc.), la arena de protección, y en definitiva, cualquier trabajo, maquinaria, material o elemento auxiliar necesario para la correcta y rápida ejecución de esta unidad de obra.

El abono se hará según los precios establecidos en el Cuadro de Precios Nº 1 para las unidades objeto de medición y abono independiente.

El 70% del precio de la unidad se abonará a la instalación en obra y el 30% restante de la unidad, una vez esté probada la tubería.

## 3.7. Aceras de hormigón

### 3.7.1. Definición

Las aceras de hormigón es un Pavimento de hormigón In situ ejecutado sobre una base de granular de 15 cm medidos tras una compactación tal, que la densidad alcanzada sea el noventa y ocho por ciento (98 %) de la obtenida en el ensayo Proctor Modificado. Previamente a la extensión del material granular, la superficie de asiento de la misma se habrá rasanteado y compactado en las mismas condiciones fijadas para el resto de la explanación.

### 3.7.2. Materiales

El pavimento a que se refiere el presente Artículo, estará constituido por una capa de hormigón HM-20 de quince centímetros (15 cm) de espesor. El hormigón de las aceras cumplirá lo determinado en el artículo Hormigones" de este Pliego. La terminación del hormigón podrá ser coloreado y con textura de árido visto o fratasada o como determine la D.O.

Se crearán juntas a distancias no superiores a cinco metros (5 m), haciéndolas coincidir con las juntas de los bordillos.

### 3.7.3. Medición y abono

El pavimento de aceras de hormigón se medirá y abonará por metros cuadrados realmente ejecutados, aplicando el precio correspondiente del Cuadro de Precios que incluye el hormigón, colocación, juntas, recortes y curado y el acabado del hormigón incluido el colorante y los moldes necesarios.

No están incluidas en el precio de esta Unidad, la excavación en apertura de caja, ni la capa de zahorras

## 3.8. Bordillos

### 3.8.1. Definición

Se definen como bordillos las piezas de piedra o elementos prefabricados de hormigón colocados sobre una solera adecuada, que constituyen una faja o cinta que delimita la superficie de la calzada, la de una acera o la de un andén.

### 3.8.2. Materiales

**Mortero**

Salvo Especificación en contrario, el tipo de mortero a utilizar será el mortero de cementos designado mortero de cemento y arena M-5

**Bordillos prefabricados de hormigón**

Condiciones generales

Los bordillos prefabricados de hormigón, se ejecutarán con hormigones de tipo HM-20 o superior, según el artículo 610 “Hormigones” del PG-3, fabricados con áridos procedentes de machaqueo, cuyo tamaño máximo será de veinte milímetros (20 mm), y cemento Pórtland CEM II-32,5.

Forma y dimensiones

La sección transversal de los bordillos curvos será la misma que la de los rectos; y su directriz se ajustará a la curvatura del elemento constructivo en que vayan a ser colocados.

La longitud mínima de las piezas será de un metro (1 m).

Se admitirá una tolerancia, en las dimensiones de la sección transversal, de diez milímetros ( ·10 mm).

### 3.8.3. Ejecución de las obras

Las piezas se asentarán sobre un lecho de hormigón.

Las piezas que forman el bordillo se colocarán dejando un espacio entre ellas de cinco milímetros (5 mm).

Este espacio se rellenará con mortero del mismo tipo que el empleado en el asiento.

### 3.8.4. Medición y abono

Los bordillos se medirán y abonarán por metros (m) realmente colocados, de cada tipo, medidos en el terreno.

## 3.9. Obras de hormigón

### 3.9.1. Definición

Se define como hormigón la mezcla en proporciones adecuadas de cemento, árido grueso, árido fino y agua, con o sin la incorporación de aditivos o adiciones, que desarrolla sus propiedades por endurecimiento de la pasta de cemento (cemento y agua).

Los hormigones que aquí se definen cumplirán las especificaciones indicadas en la vigente Instrucción CE, o normativa que la sustituya, así como las especificaciones adicionales contenidas en este artículo y en el artículo 610 del PG3.

A efectos de aplicación de este artículo, se contemplan todo tipo de hormigones. Además para aquellos que formen parte de otras unidades de obra, se considerará lo dispuesto en los correspondientes artículos del presente Pliego.

### 3.9.2. Materiales

Los materiales componentes del hormigón cumplirán las prescripciones recogidas en los artículos correspondientes del PG3:

- Artículo "Cementos"
- Artículo "Agua a emplear en morteros y hormigones"
- Artículo "Aditivos a emplear en morteros y hormigones"

La composición de la mezcla deberá estudiarse previamente, con el fin de asegurar que el hormigón resultante tendrá las características mecánicas y de durabilidad necesarias para satisfacer las exigencias del proyecto. Estos estudios se realizarán teniendo en cuenta, en todo lo posible, las condiciones de construcción previstas (modo de compactación, dimensiones de las piezas, etc.).

Se prestará especial atención al cumplimiento de la estrategia de durabilidad establecida en el capítulo VII artículo 43 de la vigente Instrucción CE o normativa que la sustituya.

La puesta en obra del hormigón no deberá iniciarse hasta que el Director de las obras haya aprobado la fórmula de trabajo a la vista de los resultados obtenidos en los ensayos previos y característicos. La fórmula de trabajo constará al menos:

- Tipificación del hormigón.
- Granulometría de cada fracción de árido y de la mezcla.
- Proporción por metro cúbico de hormigón fresco de cada árido (kg/m³).
- Proporción por metro cúbico de hormigón fresco de agua.
- Dosificación de cemento.
- Dosificación de aditivos.
- Tipo y clase de cemento.
- Consistencia de la mezcla.
- Proceso de mezclado y amasado.

Los ensayos deberán repetirse siempre que se produzca alguna de las siguientes circunstancias:

- Cambio de procedencia de alguno de los materiales componentes.
- Cambio en la proporción de cualquiera de los elementos de la mezcla.

- Cambio en el tipo o clase de cemento utilizado.
- Cambio en el tamaño máximo del árido.
- Variación en más de dos décimas (0,2) del módulo granulométrico del árido fino.
- Variación del procedimiento de puesta en obra.

La consistencia de los hormigones frescos será la más seca compatible con los métodos de puesta en obra, compactación y acabado que se adopten.

Excepto en los casos en que la consistencia se consiga mediante la adición de fluidificantes o superfluidificantes, no se utilizarán hormigones de consistencia fluida salvo justificación especial.

La consistencia se determinará con cono de Abrams, según la norma UNE 83 313. Los valores límite de los asientos correspondientes en el cono de Abrams serán los indicados en el apartado 31.5 de la vigente Instrucción CE o normativa que la sustituya.

El cemento con cemento CEM II.

### 3.9.3. Ejecución

***Fabricación y transporte del hormigón***

Para la fabricación y transporte del hormigón se realizará de acuerdo con las indicaciones del artículo 52 de la vigente Instrucción CE o normativa que la sustituya.

En el caso de hormigonado en tiempo caluroso, se pondrá especial cuidado en que no se produzca desecación de las amasadas durante el transporte. A tal efecto, si éste dura más de treinta minutos (30 min) se adoptarán las medidas oportunas, tales como reducir el soleamiento de los elementos de transporte (pintándolos de blanco, colocándolos a la sombra, etc.) o amasar con agua fría, para conseguir una consistencia adecuada en obra.

***Entrega del hormigón***

La entrega del hormigón deberá regularse de manera que su puesta en obra se efectúe de manera continua. El tiempo transcurrido entre entregas no podrá rebasar en ningún caso los treinta (30) minutos.

***Vertido del hormigón***

El Director de las obras podrá modificar el tiempo de puesta en obra del hormigón fijado por la Instrucción CE o normativa que la sustituya, si se emplean productos retardadores de fraguado; pudiendo aumentarlo además cuando se adopten las medidas necesarias para impedir la evaporación del agua, o cuando concurran condiciones favorables de humedad y temperatura.

Los medios de puesta en obra del hormigón propuestos por el contratista deberán ser aprobados por el Director de las obras antes de su utilización.

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a dos metros (2 m) quedando prohibido verterlo con palas a gran distancia, distribuirlo con rastrillos, o hacerlo avanzar más de un metro (1 m) dentro de los encofrados. Se procurará siempre que la distribución del hormigón se realice en vertical, evitando proyectar el chorro de vertido sobre los encofrados.

En losas, el extendido del hormigón se ejecutará por tongadas, dependiendo del espesor de la losa, de forma que el avance se realice en todo el frente del hormigonado.

***Compactación del hormigón***

La compactación del hormigón se realizará de acuerdo con las indicaciones del apartado 52.2 de la vigente Instrucción CE o normativa que la sustituya.

El Director de las obras aprobará, a propuesta del Contratista, el espesor de las tongadas de hormigón. También ha de especificar los casos y elementos en los cuales se permitirá la compactación por apisonado o picado, y aprobará la secuencia, distancia y forma de introducción y retirada de los vibradores.

Los vibradores se aplicarán siempre de modo que su efecto se extienda a toda la masa, sin que se produzcan segregaciones locales ni fugas importantes de lechada por las juntas de los encofrados. La compactación será más cuidadosa e intensa junto a los paramentos y rincones del encofrado, hasta conseguir que la pasta refluya a la superficie.

Si se emplean vibradores de superficie, se aplicarán moviéndolos lentamente, de modo que la superficie del hormigón quede totalmente humedecida.

Si se emplean vibradores sujetos a los encofrados, se cuidará especialmente la rigidez de los encofrados y los dispositivos de anclaje a ellos de los vibradores.

Si se emplean vibradores internos, deberán sumergirse verticalmente en la tongada, de forma que su punta penetre en la tongada adyacente ya vibrada, y se retirarán de forma inclinada. La aguja se introducirá y retirará lentamente y a velocidad constante, recomendándose a este efecto que no se superen los diez centímetros por segundo (10 cm/s).

La distancia entre puntos de inmersión será la adecuada para dar a toda la superficie de la masa vibrada un aspecto brillante; como norma general será preferible vibrar en muchos puntos por poco tiempo a vibrar en pocos puntos prolongadamente.

Cuando se empleen vibradores de inmersión deberá darse la última pasada de forma que la aguja no toque las armaduras.

Antes de comenzar el hormigonado, se comprobará que existe un número de vibradores suficiente para que, en caso de que se averíe alguno de ellos, pueda continuarse el hormigonado hasta la próxima junta prevista.

### *Hormigonado en tiempo frío*

El hormigonado se suspenderá, como norma general, siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas (48 h) siguientes, la temperatura ambiente puede descender por debajo de los cero grados Celsius (0º C). A estos efectos, el hecho de que la temperatura registrada a las nueve horas (9 h) de la mañana, hora solar, sea inferior a cuatro grados Celsius (4º C), puede interpretarse como motivo suficiente para prever que el límite prescrito será alcanzado en el citado plazo.

Las temperaturas podrán rebajarse en tres grados Celsius (3º C) cuando se trate de elementos de gran masa; o cuando se proteja eficazmente la superficie del hormigón mediante sacos, paja u otros recubrimientos aislantes del frío, con espesor tal que pueda asegurarse que la acción de la helada no afectará al hormigón recién ejecutado; y de forma que la temperatura de su superficie no baje de un grado Celsius bajo cero (-1º C), la de la masa de hormigón no baje de cinco grados Celsius (+5º C), y no se vierta el hormigón sobre elementos ( moldes, etc.) cuya temperatura sea inferior a cero grados Celsius (0º C).

Las prescripciones anteriores serán aplicables en el caso en que se emplee cemento portland. Si se utiliza cemento de horno alto o puzolánico, las temperaturas mencionadas deberán aumentarse en cinco grados Celsius (5º C); y, además, la temperatura de la superficie del hormigón no deberá bajar de cinco grados Celsius (5º C).

La utilización de aditivos anticongelantes requerirá autorización expresa del Director de las obras.

En los casos en que por absoluta necesidad, y previa autorización del Director de las obras, se hormigone en tiempo frío con riesgo de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para que el fraguado de las masas se realice sin dificultad. En el caso de que se caliente el agua de amasado o los áridos, éstos deberán mezclarse previamente, de manera que la temperatura de la mezcla no sobrepase los cuarenta grados Celsius (40º C), añadiéndose con posterioridad el cemento en la amasadora. El tiempo de amasado deberá prolongarse hasta conseguir una buena homogeneidad de la masa, sin formación de grumos.

Si no puede garantizarse la eficacia de las medidas adoptadas para evitar que la helada afecte el hormigón, se realizarán los ensayos necesarios para comprobar las resistencias alcanzadas; adoptándose, en su caso, las medidas que prescriba el Director de las obras.

### *Hormigonado en tiempo caluroso*

Los sistemas propuestos por el contratista para reducir la temperatura de la masa de hormigón deberán ser aprobados el Director de las obras previamente a su utilización.

### *Hormigonado en tiempo lluvioso*

Si se prevé la posibilidad de lluvia, el Contratista dispondrá toldos u otros medios que protejan al hormigón fresco. Como norma general, el hormigonado se suspenderá en caso de lluvia, adoptándose las medidas necesarias para impedir la entrada del agua a las masas de hormigón fresco.

El Director de las obras aprobará, en su caso, las medidas a adoptar en caso de tiempo lluvioso. Así mismo, ordenará la suspensión del hormigonado cuando estime que no existe garantía de que el proceso se realice correctamente.

### *Condiciones especiales para el hormigonado de losas pretensadas*

El hormigonado de losas se realizará, de preferencia, en una operación sin parada.

En caso de que esto no fuera posible, el Contratista someterá a la aprobación del Director de Obra la disposición de juntas de hormigonado que piensa adoptar y el orden de hormigonado que propone.

Las juntas de hormigonado se dispondrán perpendicularmente al trazado de las armaduras activas y se encofrarán utilizando metal desplegado, que se quitará después del hormigonado para dejar una superficie bien rugosa, tratada después convenientemente con chorro de arena o cepillo de alambre.

El orden de hormigonado se fijará de acuerdo con los criterios siguientes:

Se hormigonarán primero las dos extremidades de la losa donde van situados los conos de anclaje y donde interesa obtener resistencia temprana de hormigón, de forma que se adelante al máximo el momento en que se pueda tesar.

El hormigonado se hará en toda la anchura y espesor de la losa, avanzando de las extremidades hacia el centro, de modo que las deformaciones de la cimbra produzcan las menores deformaciones posibles en el hormigón fresco.

Se procurará que el frente de hormigonado vaya bastante recogido para que no se produzcan segregaciones y la lechada escurra a lo largo de encofrado.

### *Juntas*

Las juntas podrán ser de hormigonado, contracción y/o dilatación. Las de dilatación deberán venir definidas en los Planos del Proyecto. Las de contracción y hormigonado se fijarán de acuerdo con el plan de obra y las condiciones climatológicas, pero siempre con antelación al hormigonado.

El Director de las obras aprobará, previamente a su ejecución, la localización de las juntas que no aparezcan en los Planos.

Las juntas creadas por las interrupciones del hormigonado deberán ser perpendiculares a la dirección de los máximos esfuerzos de compresión, y deberán estar situadas donde sus efectos sean menos perjudiciales. Si son muy tendidas se

vigilará especialmente la segregación de la masa durante el vibrado de las zonas próximas, y si resulta necesario, se encofrarán. Si el plano de una junta presenta una mala orientación, se demolerá la parte de hormigón que sea necesario para dar a la superficie la dirección apropiada.

Cuando sean de temer los efectos debidos a la retracción, se dejarán las juntas abiertas durante algún tiempo, para que las masas contiguas puedan deformarse libremente. La apertura de tales juntas será la necesaria para que, en su día, se puedan hormigonar correctamente.

Al reanudar el hormigonado, se limpiarán las juntas de toda suciedad, lechada o árido suelto, y se picarán convenientemente. A continuación, y con la suficiente antelación al hormigonado, se humedecerá la superficie del hormigón endurecido, saturándolo sin encharcarlo. Seguidamente se reanudará el hormigonado, cuidando especialmente la compactación en aquellas zonas próximas a la junta.

Queda a juicio del Director de las obras permitir el empleo de otras técnicas para la ejecución de juntas (por ejemplo, impregnación con productos adecuados), siempre que tales técnicas estén avaladas mediante ensayos de suficiente garantía para poder asegurar que los resultados serán tan eficaces, al menos, como los obtenidos cuando se utilizan los métodos tradicionales.

***Curado del hormigón***

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento, se someterá al hormigón a un proceso de curado que se prolongará a lo largo del plazo que resulte de aplicar las indicaciones del apartado 71.6 de la vigente Instrucción CE o normativa que la sustituya.

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del hormigón, para lo cual deberá curarse mediante procedimientos que no produzcan ningún tipo de daño en superficie, cuando esta haya de quedar vista, ni suponga la aportación de sustancias perjudiciales para el hormigón.

Podrán utilizarse como procedimientos de curado, el riego directo con agua (evitando que se produzca el deslavado del hormigón), la disposición de arpilleras, esterillas de paja u otros tejidos análogos de alto poder de retención de humedad, láminas de plástico y productos filmógenos de curado, de forma que la velocidad de evaporación no supere en ningún caso el medio litro por metro cuadrado y hora (0,50 l/m²/h).

Cuando el hormigonado se efectúe a temperatura superior a cuarenta grados Celsius (40º C), deberá curarse el hormigón por vía húmeda. El proceso de curado deberá prolongarse sin interrupción durante al menos diez días (10 d).

Las superficies de hormigón cubiertas por encofrados de madera o de metal expuestos al soleamiento se mantendrán húmedas hasta que puedan ser desmontadas, momento en el cual se comenzará a curar el hormigón.

En el caso de utilizar el calor como agente de curado para acelerar el endurecimiento, se vigilará que la temperatura no sobrepase los setenta y cinco grados Celsius (75º C), y que la velocidad de calentamiento y enfriamiento no exceda de veinte grados Celsius por hora (20º C/h). Este ciclo deberá ser ajustado experimentalmente de acuerdo con el tipo de cemento utilizado.

Cuando para el curado se utilicen productos filmógenos, las superficies del hormigón se recubrirán, por pulverización, con un producto que cumpla las condiciones estipuladas en el artículo 285 "Productos filmógenos de curado" del presente Pliego.

La aplicación del producto se efectuará tan pronto como haya quedado acabada la superficie, antes del primer endurecimiento del hormigón. No se utilizará el producto de curado sobre superficies de hormigón sobre las que se vaya a adherir hormigón adicional u otro material, salvo que se demuestre que el producto de curado no perjudica la adherencia, o a menos que se tomen medidas para eliminar el producto de las zonas de adherencia.

El Director de las obras autorizará, en su caso, la utilización de técnicas especiales de curado, que se aplicarán de acuerdo a las normas de buena práctica de dichas técnicas, y deberá dar la autorización previa para la utilización de curado al vapor, así como del procedimiento que se vaya a seguir, de acuerdo con las prescripciones incluidas en este apartado.

Si el rigor de la temperatura lo requiere, el Director de las obras podrá exigir la colocación de protecciones suplementarias, que proporcionen el debido aislamiento térmico al hormigón y garanticen un correcto proceso de curado.

### 3.9.4. Medición y abono

El hormigón de limpieza se medirá y abonará por metros cúbicos (m³) de hormigón realmente empleados en obra, aplicando el correspondiente precio que figura en el Cuadro de Precios Nº1.

El hormigón ciclópeo se medirá y abonará por metros cúbicos (m³) de hormigón realmente empleados en obra, aplicando el correspondiente precio que figura en el Cuadro de Precios Nº1. Se considera incluida en esta unidad la piedra necesaria para la ejecución del hormigón ciclópeo.

El hormigón para estructuras, en masa o para armar, se medirá y abonará por metros cúbicos (m³) de hormigón realmente empleados en obra, aplicando el correspondiente precio que figura en el Cuadro de Precios Nº1.

Las losas de hormigón de los pasos salvacunetas y badenes se medirán y abonarán por metros cuadrados (m²) realmente ejecutados, aplicando los correspondientes precios que figuran en el Cuadro de Precios Nº 1.

El relleno de las isletas se medirá y abonará por metros cúbicos (m³) de hormigón coloreado realmente empleados en obra, aplicando el correspondiente precio que figura en el Cuadro de Precios Nº1.

El relleno localizado en zanjas con hormigón se medirá y abonará por metros cúbicos de hormigón ($m^3$) realmente empleados en obra, aplicando el correspondiente precio que figura en el Cuadro de Precios Nº1.

Los hormigones incluidos en otras unidades tales como boquillas, bordillos, arquetas, cimentaciones de señales, etc. no se abonarán de manera independiente, estando incluidos dentro del precio de la unidad de abono correspondiente recogida en el Cuadro de Precios Nº1 y le será de aplicación los artículos del presente PPTP o del PG3 referidos a las mismas.

## 3.10. Armaduras

- *DEFINICIÓN*

Se definen como armaduras a emplear en hormigón armado al conjunto de barras de acero que se colocan en el interior de la masa de hormigón para ayudar a éste a resistir los esfuerzos a que está sometido.

- *MATERIALES*

Artículo 240 del PG-3, "Barras lisas para hormigón armado".

Artículo 241 del PG-3, "Barras corrugadas para hormigón armado".

Artículo 242 del PG-3, "Mallas electrosoldadas".

- *FORMA Y DIMENSIONES*

La forma y dimensiones de las armaduras serán las señaladas en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

No se aceptarán las barras que presenten grietas, sopladuras o mermas de sección superiores al cinco por ciento (5%).

- *DOBLADO*

Salvo indicación en contrario, los radios interiores de doblado de las armaduras no serán inferiores, excepto en ganchos y patillas, a los valores que se indican en la Tabla 600.1, siendo $f_{ck}$ la resistencia característica del hormigón y $f_y$ el límite elástico del acero, en kilopondios por centímetro cuadrado (kp/cm2).

**TABLA 600.1**

| $f_y$ \ $f_{ck}$ | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 300 | >350 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.200 | 6 Ø | 5 Ø | 5 Ø | 5 Ø | 5 Ø | 5 Ø | 5 Ø | 5 Ø |
| 4.200 | 10 Ø* | 10 Ø | 8 Ø | 7 Ø | 7 Ø | 6 Ø | 5 Ø | 5 Ø |
| 4.600 | 10 Ø* | 11 Ø | 9 Ø | 8 Ø | 7 Ø | 7 Ø | 6 Ø | 5 Ø |
| 5.000 | 10 Ø* | 12 Ø | 10 Ø | 9 Ø | 8 Ø | 7 Ø | 6 Ø | 5 Ø |

(*) Se limita, en el cálculo, el valor de $f_y$, a 3.750 kp/cm².

Los cercos o estribos podrán doblarse con radios menores a los indicados en la Tabla 600.1 con tal de que ello no origine en dichas zonas de las barras un principio de fisuración.

El doblado se realizará, en general, en frío y a velocidad moderada, no admitiéndose ninguna excepción en el caso de aceros endurecidos por deformación en frío o sometidos a tratamientos térmicos especiales. Como norma general, deberá evitarse el doblado de barras a temperaturas inferiores a cinco grados centígrados (5ºC).

En el caso del acero tipo AE22L, se admitirá el doblado en caliente, cuidando de no alcanzar la temperatura correspondiente al rojo cereza oscuro, aproximadamente ochocientos grados centígrados (800ºC), y dejando luego enfriar lentamente las barras calentadas.

- *COLOCACIÓN*

Las armaduras se colocarán limpias, exentas de toda suciedad y óxido no adherente. Se dispondrán de acuerdo con las indicaciones de los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y se fijarán entre sí mediante las oportunas sujeciones, manteniéndose mediante piezas adecuadas la distancia al encofrado, de modo que quede impedido todo movimiento de las armaduras durante el vertido y compactación del hormigón, y permitiendo a éste envolverlas sin dejar coqueras.

Estas precauciones deberán extremarse con los cercos de los soportes y armaduras del trasdós de placas, losas o voladizos, para evitar su descenso.

La distancia horizontal libre entre dos barras consecutivas, salvo que estén en contacto, será igual o superior al mayor de los tres valores siguientes:

- Un centímetro (1 cm).
- El diámetro de la mayor.
- Los seis quintos (6/5) del tamaño tal que el ochenta y cinco por ciento (85%) del árido total sea inferior a ese tamaño.

La distancia vertical entre dos barras consecutivas, salvo que estén en contacto, será igual o superior al mayor de los dos valores siguientes:

- Un centímetro (1 cm).
- Setenta y cinco centésimas (0,75) del diámetro de la mayor.

En forjados, vigas y elementos similares, se podrán colocar dos barras de la armadura principal en contacto, una sobre otra, siempre que sean corrugadas.

En soportes y otros elementos verticales, se podrán colocar dos o tres barras de la armadura principal en contacto, siempre que sean corrugadas.

La distancia libre entre cualquier punto de la superficie de una barra de armadura y el paramento más próximo de la pieza, será igual o superior al diámetro de dicha barra.

En las estructuras no expuestas a ambientes agresivos dicha distancia será además igual o superior a:

- Un centímetro (1 cm), si los paramentos de la pieza van a ir protegidos.
- Dos centímetros (2 cm), si los paramentos de la pieza van a estar expuestos a la intemperie, a condensaciones o en contacto permanente con el agua.
- Dos centímetros (2 cm) en las partes curvas de las barras.

Los empalmes y solapes deberán venir expresamente indicados en los Planos, o en caso contrario se dispondrán de acuerdo con las órdenes del Director de las Obras.

Antes de comenzar las operaciones de hormigonado, el Contratista deberá obtener del Director la aprobación por escrito de las armaduras colocadas.

- *CONTROL DE CALIDAD*

El control de calidad se realizará de acuerdo con lo prescrito en la instrucción EH-73. Los niveles de control de calidad, de acuerdo con lo previsto en la citada Instrucción, serán los indicados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en la zona inferior derecha de cada Plano

- *MEDICIÓN Y ABONO*

Las armaduras de acero empleadas en hormigón armado se abonarán por su peso en kilogramos (kg) deducido de los Planos, aplicando para cada tipo de acero los pesos unitarios correspondientes a las longitudes deducidas de dichos Planos.

**TABLA 701.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS SEÑALES Y CARTELES VERTICALES DE CIRCULACIÓN RETRORREFLECTANTES**

| CARACTERÍSTICA | APARTADOS RELATIVOS A REQUISITOS ESENCIALES EN LA NORMA UNE-EN 12899-1 |
|---|---|
| RESISTENCIA A CARGAS HORIZONTALES | 5.1 |
| RESISTENCIA A FLEXIÓN | 5.1 |
| RESISTENCIA A TORSIÓN | 5.1 |
| RESISTENCIA A CARGAS HORIZONTALES | |
| ANCLAJES | 7.1.14 |
| CARGA DE VIENTO | 5.3.1 |
| DEFORMACIÓN TEMPORAL (CARAS DE LA SEÑAL) – FLEXIÓN | 5.4.1 |
| DEFORMACIÓN TEMPORAL (SOPORTES)-FLEXIÓN | 5.4.1 |
| DEFORMACIÓN TEMPORAL (SOPORTES) TORSIÓN | 5.4.1 |
| CARGA DINÁMICA DEBIDA A LA NIEVE | 5.3.2 |
| CARGAS PUNTUALES | 5.3.3 |
| DEFORMACIÓN PERMANENTE | 5.4.2 |
| COEFICIENTE PARCIAL DE SEGURIDAD | 5.2 |
| COMPORTAMIENTO ANTE IMPACTO DE VEHÍCULO (SEGURIDAD PASIVA) | 6.3 |
| CARACTERÍSTICAS DE VISIBILIDAD | |
| COORDENADAS CROMÁTICAS Y FACTOR DE LUMINANCIA | 4.1.1.3; 4.2 |
| COEFICIENTE DE RETRORREFLEXIÓN $R_A$ | 4.1.1.4; 4.2 |
| DURABILIDAD (MATERIAL EN CARA RETROFLECTANTE DE LA SEÑAL) | |
| RESISTENCIA A LA CAIDA DE UNA MASA | 4.1.2; 7.4.2.3 |
| RESISTENCIA AL ENVEJECIMIENTO | 4.1.1.5; 4.2 |

No se admitirá el empleo de las siguientes clases:

- Presión de viento: Clase WL2
- Presión debida a la nieve: Clase DSL0
- Cargas puntuales: Clase PL0
- Deformación temporal máxima a flexión: Clase TDB4
- Deformación temporal máxima a torsión: Clase TDT0

Sólo se admitirán las señales y carteles verticales de circulación para los que los coeficientes parciales de seguridad para cargas empleados sean de la clase PAF2. La clase de retrorreflexión de las señales y carteles verticales de circulación figura en cada unidad de obra.

Las estructuras portantes de pórticos y banderolas cumplirán con los requisitos de comportamiento que figuran en el marcado CE conforme a lo establecido en la norma UNE-EN 1090-1.

## 3.11. Prefabricados de hormigón armado

### 3.11.1. Definición

Se consideran como prefabricados de hormigón los que constituyen productos estándar ejecutados en instalaciones de prefabricación fijas que pueden ser anejas a la obra o independientes de ella y que por tanto no son realizados in situ.

La ejecución de esta unidad de obra puede incluir las operaciones siguientes:

- La fabricación de las piezas cuando se trate de un producto ejecutado por el Contratista.
- La adquisición de las piezas cuando se trate de un producto no ejecutado por el Contratista.
- La eventual instalación de parques de prefabricación y/o almacenamiento.
- La carga, transporte, descarga, puesta en obra y montaje de las piezas.
- Cualquier otro trabajo u operación auxiliar necesaria para la correcta y rápida realización de la obra.

En la fabricación de las piezas habrá que tener en cuenta los siguientes artículos de este Pliego:

- Armaduras a emplear en hormigón armado

- Hormigones
- Encofrados

### 3.11.2. Materiales

- Hormigón de fck = 25 N/mm2 para elementos prefabricados en general
- Hormigón de fck = 30 N/mm2 en marcos y bóvedas prefabricadas
- Hormigón de fck = 35 N/mm2 para placas de encofrado perdido, muros, barreras y pretiles prefabricados
- Acero en armaduras: B-500 S

Los materiales empleados en la fabricación de las piezas cumplirán las condiciones exigidas para ellos en este Pliego, y en la Instrucción CE.

### 3.11.3. Puesta en obra y montaje

Los prefabricados de hormigón se ajustarán a las formas, dimensiones y características especificadas en los planos. El fabricante o el Contratista realizará los planos de taller necesarios para la ejecución de las piezas, que someterá a la aprobación del Director de la obra

Los planos de construcción contendrán, de manera inequívoca:

- Las dimensiones que definan exactamente las piezas a realizar.
- Las tolerancias de fabricación.
- El despiece y disposición de armaduras, con detalle de recubrimientos.
- Los elementos previstos para suspensión, transporte y manipulación.
- Las condiciones de transporte y apoyo provisional en taller y obra.
- La descripción del montaje y ensamblaje en obra.
- Las marcas de identificación y/o secuencias de montaje que no figuren expresamente en los planos de Proyecto.

La aprobación de estos planos no exime de la responsabilidad que pudiera contraer por errores existentes.

El Contratista deberá obtener, previamente al comienzo del suministro o fabricación, la aprobación del Director de la obra para cualquier modificación en las formas, armaduras o su distribución. Para ello mantendrá disponibles todos los cálculos e información que el Director de la obra considere necesarios para la justificación técnica de la solución propuesta.

El Contratista propondrá al Director de la obra, para su aprobación, la maquinaria y sistema de montaje a emplear.

Las piezas sufrirán al recibirse en obra una revisión para comprobar si no han sufrido daños durante su transporte y manipulación.

Todas las operaciones complementarias de disposiciones de ferralla, separadores, hormigonado, etc., se realizarán de acuerdo con los planos de Proyecto y las indicaciones que la Dirección de obra efectúa durante las mismas.

El Director de la obra declarará como no de recibo los tramos que no cumplan las condiciones señaladas, estando obligado el Contratista a su levantamiento y a ejecutarlos debidamente, sin que tenga derecho a abono adicional alguno.

### 3.11.4. Control de calidad

Los aceros y hormigones empleados en la fabricación y montaje de las piezas se controlarán de acuerdo con los niveles de exigencia previstos en los planos de las obras en que dichas piezas se integran.

Al menos una de las piezas, si el Director de la obra no determina un mayor número, será sometida, con cargo al Contratista, a un ensayo no destructivo, que reproduzca, sin sobrepasarlas, las solicitaciones a que se verá sometida en la vida de la obra.

### 3.11.5. Medición y abono

Según cuadro de precios

## 3.12. Canalizaciones de electricidad

### 3.12.1. Definición

Esta unidad de obra consiste en el suministro, ejecución y tendido de tubos de polietileno para conductos de canalización de servicios, así como de sus piezas especiales, juntas, etc.

Esta unidad de obra incluye también la realización de las conexiones entre las variantes y los servicios existentes, con independencia del número de piezas especiales, tipo de conexión y dificultad que conlleve la completa ejecución de la misma, excepto válvulas de línea.

Se deberán respetar las prescripciones incluidas en los documentos:

- IT.0116.ES.RE.PTP Proyecto Tipo Líneas Eléctricas Subterráneas hasta 20kV
- IT.07972 Requisitos Técnicos para Conexión de Instalaciones en Alta Tensión de Un ≤ 36 kV

- IT.0115.ES.RE.PTP. Proyecto Tipo Líneas Eléctricas Subterráneas de Baja Tensión

### 3.12.2. Materiales

El cable en parte o en todo su recorrido irá en el interior de PE de superficie interna lisa, siendo su diámetro interior no inferior al indicado en la ITC-BT-21, tabla 9.

Los tubos estarán hormigonados en todo su recorrido o simplemente con sus uniones recibidas con cemento, en cuyo caso, para permitir su unión correcta, el fondo de la zanja en la que se alojen deberá ser nivelada cuidadosamente después de echar una capa de arena fina o tierra cribada.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m. según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 2 m. en las que se interrumpirá la continuidad de la tubería.

Una vez tendido el cable, estas calas se taparán recubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones mínimas las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90º y aún éstos se limitarán a los indispensables.

En general, los cambios de dirección se harán con ángulos grandes, siendo la longitud mínima (perímetro) de la arqueta de 2 metros.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable, los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón armado; provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios.

### 3.12.3. Ejecución de las obras

***Canalización***

Los cruces de vías públicas o privadas se realizarán con tubos ajustándose a las siguientes condiciones:

- Se colocará en posición horizontal y recta y estarán hormigonados en toda su longitud.
- Deberá preverse para futuras ampliaciones uno o varios tubos de reserva dependiendo el número de la zona y situación del cruce (en cada caso se fijará el número de tubos de reserva).
- Los extremos de los tubos en los cruces llegarán hasta los bordillos de las aceras, debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación.
- En las salidas, el cable se situará en la parte superior del tubo, cerrando los orificios con yeso.
- Siempre que la profundidad de zanja bajo la calzada sea inferior a 60 cm en el caso de B.T. se utilizarán chapas o tubos de hierro u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, teniendo en cuenta que dentro del mismo tubo deberán colocarse las tres fases y neutro.

***Zanja***

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que cada banda se agrupen cables de igual tensión.

La separación entre dos cables multipolares o ternas de cables unipolares de B.T. dentro de una misma banda será como mínimo de 10 cm (25 cm si alguno de los cables es de A.T).

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

***Cruzamientos.***

Calles y carreteras.

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores, recubiertos de hormigón en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,80 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

Otros cables de energía eléctrica.

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de baja tensión discurran por encima de la alta tensión

La distancia mínima entre un cable de baja tensión y otros cables de energía eléctrica será: 0,25 m con cables de alta tensión y 0,10 m con cables de baja tensión. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m.

Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada.

Cables de telecomunicación.

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada.

Estas restricciones no se deben aplicar a los cables de fibra óptica con cubiertas dieléctricas. Todo tipo de protección en la cubierta del cable debe ser aislante.

Canalizaciones de agua y gas.

Siempre que sea posible, los cables se instalarán por encima de las canalizaciones de agua. La distancia mínima entre cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua o gas será de 0,20 m. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 m del cruce. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada.

Conducciones de alcantarillado.

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. No se admitirá incidir en su interior. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos, etc), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas.

***Proximidades y Paralelismo.***

Otros cables de energía eléctrica.

Los cables de baja tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,10 m con los cables de baja tensión y 0,25 m con los cables de alta tensión. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada.

Cables de telecomunicación.

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables

directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada.

Canalizaciones de agua.

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m.

La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal, y que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias principales de agua se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

Canalizaciones de gas.

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de gas será de 0,20 m, excepto para canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar), en que la distancia será de 0,40 m.

La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal.

Por otro lado, las arterias importantes de gas se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

Acometidas (conexiones de servicio).

En el caso de que el cruzamiento o paralelismo entre cables eléctricos y canalizaciones de los servicios descritos anteriormente, se produzcan en el tramo de acometida a un edificio deberá mantenerse una distancia mínima de 0,20 m.

Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada.

### 3.12.4. Transporte de bobinas de cables

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde el camión o remolque.

Cuando se desplace la bobina por tierra rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Las bobinas no deben almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente.

Para el tendido de la bobina estará siempre elevada y sujeta por barra y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.

### 3.12.5. Tendido de cables

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado. En todo caso el radio de curvatura de cables no debe ser inferior a los valores indicados en las Normas UNE correspondientes relativas a cada tipo de cable.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cabrestantes tirando del extremo del cable al que se le habrá adoptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y construidos de forma que no dañen el cable.

Durante el tendido se tomarán precauciones para evitar que el cable no sufra esfuerzos importantes ni golpes ni rozaduras.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo la vigilancia del Director de Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados, no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina y la protección de rasilla.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de arena fina en el fondo antes de proceder al tendido del cable.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanquidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m.

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Director de Obra y a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del

Contratista deberá conocer la dirección de los servicios públicos, así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables.

En este caso se deberá entubar la canalización asegurada con cemento en el tramo afectado. En el caso de canalizaciones con cables unipolares:

- Se recomienda colocar en cada metro y medio por fase y neutro unas vueltas de cinta adhesiva para indicar el color distintivo de dicho conductor.
- Cada metro y medio, envolviendo las tres fases y el neutro en B.T., se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el Proyecto o, en su defecto, donde señale el Director de Obra.

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán con yute y yeso, de forma que el cable quede en la parte superior del tubo.

### 3.12.6. Protección mecánica

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque

de herramientas metálicas. Para ello se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de 25 cm cuando se trate de proteger un solo cable. La anchura se incrementará en 12,5 cm. por cada cable que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos y duros.

### 3.12.7. Señalización

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención de acuerdo con la Recomendación UNESA 0205 colocada como mínimo a 0,20 m. por encima del ladrillo. Cuando los cables o conjuntos de cables de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, debe colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.

### 3.12.8. Identificación

Los cables deberán llevar marcas que se indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características.

### 3.12.9. Medición y abono

Esta unidad se medirá por metros lineales (m), realmente colocados

## 3.13. Conductores eléctricos

### 3.13.1. Definición

Todos los conductores empleados en la instalación, serán de cobre o aluminio y deberán cumplir las normas UNE 20003, 21022, 21016 y 21064. Estarán de acuerdo con la Recomendación UNESA 3403. Serán desnudos los correspondientes a alta tensión. No se admitirán cables que presenten desperfectos iniciales, ni señales de haber sido usados con anterioridad o que no vayan con su bobina de origen.

No se permitirá el empleo de materiales de procedencia distinta en el mismo circuito. En las bobinas, deberá figurar el nombre del fabricante, tipo de cables y secciones. El tendido de los conductores debe realizarse de tal manera que se eviten tensiones, nudos, aplastamientos o roturas de alambres, roces con el suelo, apoyos o cualquier otro obstáculo. Las bobinas no deben nunca ser rodadas sobre un terreno con asperezas o cuerpos duros susceptibles de estropear los cables, así como tampoco deben colocarse en lugares con polvo o cualquier otro cuerpo extraño que pueda introducirse en los conductores.

Las operaciones de tendido no serán emprendidas hasta que hayan pasado 15 días desde la terminación de la cimentación de los apoyos de ángulo y anclaje, salvo indicación en contra del Director Técnico.

Para el tendido se instalarán los pórticos de protección para cruces de carretera, ferrocarriles, líneas de alta tensión, etc. Para el tendido se emplearán poleas con garganta de madera o aluminio con objeto de que el roce sea mínimo.

Durante el tendido se tomarán las precauciones que sean necesarias, tales como arriostramiento, para evitar deformaciones o fatigas anormales de crucetas, apoyos y cimentaciones. En especial en los apoyos de ángulo y anclaje.

El Contratista será responsable de las averías que se produzcan por la no observación de éstas prescripciones. Después del tensado y regulación de los conductores, se mantendrán estos sobre poleas durante 24 horas como mínimo, para que puedan adquirir una posición estable. Entonces se procederá a la realización de los anclajes y luego se colocarán los conductores sobre las grapas de suspensión.

Se empleará cinta de aluminio para reforzar el conductor cuando sé retenciones directamente sobre el aislador.

Se deberán respetar las prescripciones incluidas en los documentos:

- IT.0116.ES.RE.PTP Proyecto Tipo Líneas Eléctricas Subterráneas hasta 20kV
- IT.07972 Requisitos Técnicos para Conexión de Instalaciones en Alta Tensión de Un ≤ 36 kV
- IT.0115.ES.RE.PTP. Proyecto Tipo Líneas Eléctricas Subterráneas de Baja Tensión

### 3.13.2. Medición y abono

Esta unidad se medirá por metros lineales (m), realmente colocados, incluido montaje, empalmes, conectadores, terminales, pruebas y conexionado.

## 3.14. Tuberías de polietileno empleadas en abastecimiento y riego

### 3.14.1. Definición

El presente artículo será de aplicación para todas las unidades de obra del Proyecto relativas a la instalación de conducciones destinadas a transportar y/o distribuir agua, constituidas por tubos de polietileno de alta densidad.

### 3.14.2. Tuberías de PE

El polietileno se obtiene por polimerización del etileno. Existen dos procedimientos que dan lugar al polietileno de baja densidad (LDPE) y al polietileno de alta densidad (HDPE).

Las presiones nominales coinciden con las presiones de trabajo si el líquido a transportar es agua a temperatura inferior a los 20 ºC.

La presión nominal de los tubos será 4, 6 y 10 kp/cm2.

Los tubos de PE están descritos en las Normas UNE 53.133 y 53.142, según sean de alta o baja densidad, respectivamente, y sus diámetros normalizados son los diámetros exteriores.

### 3.14.3. Características de los tubos

Las superficies interiores y exteriores de tubos, uniones, válvulas, y, en general, de cualquier pieza para tuberías, estarán limpias, exentas de defectos, bien terminadas, y perfectamente lisas.

Todos los elementos llevarán, como mínimo, las marcas distintivas que se enuncian a continuación, realizadas por cualquier procedimiento que asegure su duración permanente:

- Marca de fábrica.
- Diámetro nominal.
- Presión normalizada, en Kp/cm2.
- Marca de identificación de orden, edad o serie que permita encontrar la fecha de fabricación y modalidades de las pruebas de recepción y entrega.

Los tubos y piezas se ajustarán a la clasificación, espesores, longitudes y tolerancia de longitud, de espesor, de enchufe, de curvatura y de peso establecidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua del Ministerio de Fomento.

### 3.14.4. Recepción y almacenaje

Para el control de calidad y recepción de los tubos y piezas se exigirá la realización de las siguientes verificaciones y pruebas:

- Examen visual del aspecto general de los tubos.
- Comprobación de dimensiones, espesores y rectitud de los tubos.
- Pruebas de estanqueidad.
- Pruebas de rotura por presión hidráulica interior.
- Ensayo de flexión sobre anillos de tubos o ensayo de tracción directa sobre testigos del material empleado.
- Ensayo de tracción directa sobre testigos del material empleado.

En cuanto a la formación de los lotes y ejecución de las pruebas se estará a lo dispuesto en el Pliego de Tuberías del Ministerio de Fomento antes citado.

Para toda tubería instalada son preceptivas las pruebas de presión interior y estanqueidad, por tramos y en toda la red.

Suministro: Hasta 110 mm de diámetro nominal, en rollos o tramos rectos. Los diámetros superiores se suministrarán en tramos rectos.

Almacenamiento: En lugares protegidos de impactos.

Los tramos rectos se apilarán horizontalmente sobre superficies planas y la altura de la pila será <= 1,5 m. Los rollos se colocarán horizontalmente sobre superficies planas.

### 3.14.5. Juntas

Para el polietileno blando, se utilizarán las uniones roscadas, obteniéndose la estanqueidad mediante una pieza complementaria.

### 3.14.6. Piezas especiales

Cuando en el catálogo del fabricante que suministra la tubería seleccionada existan piezas especiales, tales como bridas, carretes de desmontaje, codos, piezas en T para derivaciones, conos de cambio de diámetro, tornillos, bulones, espárragos, etc.., será obligada la utilización de tales piezas, las necesarias para la disposición adoptada en el Proyecto.

No obstante, en caso de que se precise utilizar una pieza especial que no sea estándar, el Ingeniero Director podrá autorizar la fabricación en taller de la correspondiente pieza, empleando para ello el palastro. Como cualquier elemento metálico utilizado en la construcción de la conducción, se deberá proteger dicho elemento contra la corrosión y el ataque, tanto exterior como interiormente.

### 3.14.7. Protección de las piezas especiales

Mediante la protección de piezas se intenta evitar el debilitamiento superficial de los elementos metálicos.

La protección debe ser tal que se adhiera a la superficie a proteger; debe resistir el ataque del medio corrosivo interior y/o exterior y debe ser impermeable al citado medio corrosivo. Para lograr esto, se prevén dos tipos de protección:

Protección exterior: La protección exterior de tubos consistirá en una imprimación a base de una capa de betún asfáltico y sobre ésta una capa de mástic asfáltico. En el caso de piezas o elementos metálicos, estándar o especiales, se podrá emplear la misma protección definida más arriba o bien, sustituir ese tratamiento por el galvanizado por inmersión en cinc fundido (galvanizado en caliente).

Protección interior: En el caso de tubos, la protección interior vendrá aplicada de fábrica, y consistirá en un revestimiento efectuado por centrifugado a base de mortero

de cemento. Para las piezas se empleará preferentemente el sistema de protección por aplicación de resinas epoxi. También se admitirá el tratamiento de galvanizado por inmersión

### 3.14.8. Prueba y presión de trabajo

Las instrucciones del Ministerio de Fomento indican que las presiones de trabajo serán la mitad de las presiones de prueba, quedando fijado así un criterio para determinar la presión de trabajo.

### 3.14.9. Ejecución de las obras

Las conducciones van alojadas en zanjas previamente excavadas al efecto. No se comenzará la instalación de ninguno de los tubos en tanto no se haya comprobado que el fondo de la excavación posee las características adecuadas de compacidad, profundidad y rasantes.

Una vez verificado esto, se comenzará por extender el lecho de material seleccionado, lavado, de quince (15) centímetros de espesor, que servirá de asiento a los tubos, y será cuidadosamente compactado, según la pendiente dada a la conducción.

Es conveniente comenzar la colocación por un punto bajo, avanzando en la colocación por ambos lados, siempre hacia cotas más altas. Una vez que se haya situado correctamente el primer tubo, se limpiará cuidadosamente, con un cepillo y un trapo, el interior del enchufe, especialmente el alojamiento del anillo de la junta. A continuación, se limpiará el extremo liso del tubo a unir, marcándose en él una señal cuya distancia al final del extremo liso será igual a la profundidad del enchufe menos un (1) centímetro. Se limpiará y verificará el propio anillo de junta, introduciéndolo en su alojamiento, y se procederá a untar con pasta lubrificante el anillo y el extremo liso del tubo hasta el punto de referencia marcado. Seguidamente se presentará e introducirá el extremo liso del tubo a unir, dejando que éste descanse sobre calzos o que continúe suspendido del aparato elevador, en el enchufe del tubo anterior, centrándolo, y mediante los elementos de montaje adecuados (palancas, trácteles, etc..), hacer penetrar el extremo liso del tubo en el enchufe, verificando la alineación de los tubos a unir y comprobando que la referencia marcada alcanza la vertical de la sección del enchufe, no sobrepasando esta posición para asegurar la movilidad de la junta.

Mediante una pequeña pletina metálica se puede verificar que la posición del anillo en su alojamiento es la correcta, continuando entonces con la colocación de los demás tubos.

Se comprobará la exacta colocación de los tubos, tanto en planta como en alzado, para evitar la aparición de garrotes y otros defectos.

Se limpiará el interior de los tubos, de manera que no queden en ellos materias extrañas. Las operaciones de relleno comenzarán por el vertido del mismo material seleccionado, lavado, empleado para la formación de la cama, a los lados de la

conducción y hasta alcanzar la generatriz superior de la misma, humedeciéndose si fuese necesario, y sometiéndose a una compactación suave pero enérgica, hasta obtener la densidad óptima.

El relleno posterior se realizará por tongadas sensiblemente horizontales, de espesor uniforme y lo suficientemente reducido para que, con los medios de compactación disponibles, se obtenga una densidad no inferior a la máxima obtenida en el ensayo Próctor normal. A estos efectos, el espesor de las tongadas no será superior a treinta (30) centímetros, salvo que por las especiales dimensiones de la zanja se utilicen equipos pesados de compactación, de alto rendimiento. El material a emplear será el procedente de la excavación de la zanja, siempre que este reúna, al menos, las condiciones requeridas a los suelos adecuados.

Una vez que se haya rellenado toda la zanja, se perfilará y compactará su superficie hasta que quede enrasada con el terreno circundante.

### 3.14.10. Medición y abono

La medición de estas conducciones se realizará por metros (m) realmente colocados y se abonará a los precios indicados en los Cuadros de Precios para cada diámetro de tubería. En los precios se consideran incluido la banda de señalización, el refuerzo en los cruces de los tubos y la parte proporcional de elementos de unión, la excavación, el posterior relleno de la zanja incluida la rena de protección y los medios auxiliares.

## 3.15. Tuberías de PVC empleadas en saneamiento

### 3.15.1. Definición

El presente artículo será de aplicación para todas las unidades de obra del Proyecto relativas a la instalación de conducciones destinadas a la recogida y conducción a aguas pluviales o residuales, constituidas por tubos de PVC .

### 3.15.2. Tuberias de pvc

Las tuberías de policloruro de vinilo (PVC) se fabrican a partir de resinas de PVC, lubricantes, estabilizantes y colorantes, debiendo estar exentas de plastificantes y cargas. El proceso de fabricación de los tubos es por extrusión y los accesorios se obtienen por inyección en moldes metálicos.

Las presiones nominales coinciden con las presiones de trabajo si el líquido a transportar es agua a temperatura inferior a los 20 ºC.

La presión nominal de los tubos será 2.5, 4, 6, 10 y 16 kp/cm2.

Los tubos de PVC están descritos en la Norma UNE 53.112, y sus diámetros normalizados, en aquella norma denominados como diámetros nominales, coinciden, aproximadamente, con los diámetros exteriores.

### 3.15.3. Caracteristicas de los tubos

Las superficies interiores y exteriores de tubos, uniones, válvulas, y, en general, de cualquier pieza para tuberías, estarán limpias, exentas de defectos, bien terminadas, y perfectamente lisas.

Todos los elementos llevarán, como mínimo, las marcas distintivas que se enuncian a continuación, realizadas por cualquier procedimiento que asegure su duración permanente:

- Marca de fábrica.
- Diámetro nominal.
- Presión normalizada, en Kp/cm2.
- Marca de identificación de orden, edad o serie que permita encontrar la fecha de fabricación y modalidades de las pruebas de recepción y entrega.

Los tubos y piezas se ajustarán a la clasificación, espesores, longitudes y tolerancia de longitud, de espesor, de enchufe, de curvatura y de peso establecidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua del Ministerio de Fomento.

### 3.15.4. Recepción

Para el control de calidad y recepción de los tubos y piezas se exigirá la realización de las siguientes verificaciones y pruebas:

- Examen visual del aspecto general de los tubos.
- Comprobación de dimensiones, espesores y rectitud de los tubos.
- Pruebas de estanqueidad.
- Pruebas de rotura por presión hidráulica interior.
- Ensayo de flexión sobre anillos de tubos o ensayo de tracción directa sobre testigos del material empleado.
- Ensayo de tracción directa sobre testigos del material empleado.

En cuanto a la formación de los lotes y ejecución de las pruebas se estará a lo dispuesto en el Pliego de Tuberías del Ministerio de Fomento antes citado.

Para toda tubería instalada son preceptivas las pruebas de presión interior y estanqueidad, por tramos y en toda la red

### 3.15.5. Juntas

La unión de los tubos de PVC para la construcción de la conducción se realizará mediante juntas, de las denominadas como juntas tóricas con anillo de caucho. Para el polietileno blando, se utilizarán las uniones roscadas.

En el primero de ellos, los tubos estarán provistos de una copa en uno de sus extremos, y la estanqueidad se logra mediante un anillo de caucho que se sitúa en un alojamiento en el interior de la copa, presionando el extremo del tubo que entra en la copa.

En el segundo caso, la unión estanca se consigue mediante una pieza complementaria.

### 3.15.6. Piezas especiales

Cuando en el catálogo del fabricante que suministra la tubería seleccionada existan piezas especiales, tales como bridas, carretes de desmontaje, codos, piezas en T para derivaciones, conos de cambio de diámetro, tornillos, bulones, espárragos, etc.., será obligada la utilización de tales piezas, las necesarias para la disposición adoptada en el Proyecto.

No obstante, en caso de que se precise utilizar una pieza especial que no sea estándar, el Ingeniero Director podrá autorizar la fabricación en taller de la correspondiente pieza, empleando para ello el palastro. Como cualquier elemento metálico utilizado en la construcción de la conducción, se deberá proteger dicho elemento contra la corrosión y el ataque, tanto exterior como interiormente.

## 3.16. Arquetas

### 3.16.1. Definición

Se definen como arquetas las pequeñas obras que completan las diferentes redes. Serán de hormigón, construidos “in situ” o prefabricadas, según se definen en los Planos o lo que indique la Dirección de la Obra. Todo ello conforme al artículo 410 del PG-3 (OC326-00).

Se incluirán también todas aquellas operaciones tendentes a mantener limpias las arquetas a lo largo de todas las fases de la obra

### 3.16.2. Formas y dimensiones

La forma y dimensiones de las arquetas, así como los materiales a utilizar, serán definidos en proyecto. Todas las arquetas deberán ser fácilmente limpiables, estando proscritas las arquetas no registrables.

### 3.16.3. Materiales

El hormigón a utilizar cumplirá lo estipulado en el apartado Hormigones de este Pliego, en el CE, y tendrá una resistencia característica a compresión de veinte megapascales a veintiocho días. En el caso del hormigón de limpieza podrá tener una resistencia característica de doce megapascales y medio

### 3.16.4. Ejecución de las obras

Una vez efectuada la excavación requerida, se procederá a la ejecución de las arquetas, de acuerdo con las condiciones señaladas en los Artículos correspondientes del Presente Pliego para la puesta en obra de los materiales previstos, cuidando su terminación y limpieza.

### 3.16.5. Medición y abono

La medición se realizará por unidades (ud) realmente ejecutadas, según lo especificado en el presente Artículo, en función de cada tipo de arqueta, las cuales se clasificarán por las dimensiones interiores. En el precio se incluye tanto el marco como la tapa, solera muros y losa de HA-30, la excavación y posterior relleno. Se pagarán según el cuadro de precios número 1.

## 3.17. Pozos de registro

### 3.17.1. Definición

Se definen como arquetas visitables de más de metro y medio de profundidad, que completan el sistema de drenaje longitudinal o transversal. Serán de hormigón prefabricadas, según se definen en los Planos o lo que indique la Dirección de la Obra. Todo ello conforme al artículo 410 del PG-3 (OC326-00).

Esta unidad no incluye ni la excavación previa, entibación, el agotamiento preciso ni el posterior relleno y compactación.

Se incluirán también todas aquellas operaciones tendentes a mantener limpias los pozos a lo largo de todas las fases de la obra.

### 3.17.2. Forma y dimensiones

La forma y dimensiones de los pozos de registro, así como los materiales a utilizar, serán definidos en proyecto. Todos los pozos de registro deberán ser fácilmente limpiables, estando proscritas las arquetas no registrables.

El fondo deberá ser tal que deberá asegurar la continuidad de la corriente de agua, disponiéndose areneros donde sea necesario.

### 3.17.3. Materiales

El hormigón a utilizar cumplirá lo estipulado en el apartado 2.5 este Pliego, en el CE, y tendrá una resistencia característica a compresión de veinte megapascales a veintiocho días. En el caso del hormigón de limpieza podrá tener una resistencia característica de doce megapascales y medio.

### 3.17.4. Ejecución de las obras

Una vez efectuada la excavación requerida, se procederá a la ejecución de los pozos, de acuerdo con las condiciones señaladas en los Artículos correspondientes del Presente Pliego para la puesta en obra de los materiales previstos, cuidando su terminación

### 3.17.5. Medición y abono

Se medirán y abonarán por unidades (ud) de pozo completo realmente construido. El precio incluye la colocación de los pozos, pates, tapas metálicas y solera de hormigón HA-25.

El precio será único para cada tipo, independientemente de su profundidad.

## 3.18. Piezas especiales, valvulería y aparatos de medida

### 3.18.1. Definición

Las válvulas son piezas destinadas a constituir las llaves de paso, elementos auxiliares fundamentales en la conducción para el gobierno del funcionamiento de la misma.

Se emplearán válvulas de compuerta en todas las conducciones.

### 3.18.2. Materiales

Para las válvulas de compuerta se dispone que el cuerpo principal o carcasa sea de fundición dúctil, protegida a base de resina epoxi, con compuerta del mismo material recubierta de caucho o elastómero E.P.D.M. y eje de accionamiento de acero inoxidable, con estanqueidad asegurada sin prensaestopas, para montar con bridas.

El accionamiento se realizará mediante desmultiplicador y su montaje se realizará mediante bridas, con piezas especiales al efecto. La tornillería, bulones, espárragos, etc.., a emplear, serán de presión, galvanizados, y corresponderán con las establecidas en la Norma DIN equivalente a la del tipo de brida empleado.

Los timbrajes de válvulas, piezas accesorias y demás, se ajustarán a lo estipulado en los demás documentos del Proyecto o, en su defecto, a lo que disponga sobre ello el Ingeniero Director.

El Contratista quedará obligado a facilitar a la Dirección de las obras los correspondientes certificados de calidad e idoneidad técnica de los materiales empleados en la fabricación de las válvulas, así como los de las mismas.

En todo caso, los distintos modelos o marcas comerciales a instalar deberán cumplir la normativa que el servicio municipal correspondiente tenga en vigor en el momento de ejecución de las obras, fundamentalmente en lo que se refiere a la homologación de marcas y modelos.

### 3.18.3. Medición y abono

Las piezas tales como codos, tes, conos de reducción, reguladores de presión, purgadores, derivaciones, etc. y, en general, todas las piezas especiales, excepto Valvulería, están incluidas como parte proporcional en el precio de la tubería en las conducciones lineales.

Las válvulas medirán por unidades realmente colocadas, en función de su diámetro, y se abonarán a los precios unitarios que figuran en los Cuadros

Dichos precios unitarios son precios de unidad completa, totalmente instalada y probada, por lo que incluirán todos los accesorios necesarios para un montaje correcto, así como todas las operaciones precisas para dicho montaje.

En el precio de las válvulas instaladas en las conducciones lineales se ha incluido todas las piezas especiales de su entorno inmediato, tales como: carretes de anclaje y desmontaje, piezas de acoplamiento a tuberías, juntas, etc. En dicho precio se incluye el suministro de todas ellas, su colocación y las pruebas a las que deban ser sometidas.

Todos los anclajes de la red (en codos, tes, reducciones, válvulas, testeros, etc,) no constituyen ninguna unidad de obra, estando incluido su repercusión, tanto de material como de ejecución, en el precio por metro lineal de los tubos.

## 3.19. Accesorios

### 3.19.1. Definición

Como piezas especiales y accesorios se emplearán las contenidas en los catálogos de las casas comerciales que satisfagan las condiciones generales estipuladas para la conducción objeto de la misma.

Cuando se precise una pieza o accesorio tal que, por sus especiales dimensiones o características, no exista en catálogo o no sea estándar, se fabricará en taller de calderería, utilizando el palastro como material. En tales supuestos, el Contratista deberá preparar, previamente, los correspondientes planos de detalle, que servirán tanto para la fabricación de la pieza como para su montaje, sometiéndolos a la aprobación del Ingeniero Director; una vez obtenida ésa se iniciará la fabricación de la misma.

Como cualquier otro elemento metálico, estarán protegidas, tanto interior como exteriormente, contra la corrosión. Para las piezas se empleará preferentemente el sistema de protección por aplicación de resinas epoxi.

También se admitirá el tratamiento de galvanizado por inmersión

### 3.19.2. Medición y abono

Salvo que en los restantes documentos del Proyecto se haga constar expresamente en sentido contrario, el abono de las piezas especiales y accesorios empleados en las conducciones no se realizará de modo directo, sino que se consideran incluidas en el precio unitario de la conducción sobre la que vayan montadas. A estos efectos, en la medición de la tubería no se descontarán las longitudes de conducción ocupadas por dichas piezas, lo que si se realizará en caso de abono independiente.

## 3.20. Cartel de obras

### 3.20.1. Definición

Se define como Cartel de Obras, el conjunto de inscripciones y pictogramas, realizados de acuerdo al modelo oficial de la Consejería de Fomento de la Junta de Castilla y León, colocados sobre lamas de chapa de acero galvanizado, debidamente unidas entre sí y fijadas a postes de acero laminado cimentados, que informan públicamente de las obras a ejecutar.

### 3.20.2. Materiales

***Lamas de acero***

Estarán construidas con chapa de acero galvanizada en continuo de un milímetro y dos décimas (1,2 mm) de espesor, como mínimo.

***Elementos de sustentación y anclaje***

Los postes serán de acero galvanizado, en perfil IPN-220. Asimismo, todas las piezas auxiliares serán de acero galvanizado.

Los macizos de cimentación se ejecutarán en hormigón en masa HNE-20/C/TM, de acuerdo a las dimensiones indicadas en la Guía de Señalización Vertical de la Junta de Castilla y León.

### 3.20.3. Medición y abono

Los carteles de obra se medirán en unidades (ud) de realmente colocados en obra. Su abono incluye los postes de sustentación, así como la excavación y hormigón necesarios para su cimentación.

## 3.21. Partidas alzadas

### 3.21.1. Definición

En el presente proyecto se consideran las siguientes partidas alzadas:

- Partida alzada de limpieza final de obra

### 3.21.2. Medición y abono

Las partidas alzadas de abono íntegro se medirán y abonarán por unidad (ud) realmente ejecutada y terminada.

Las partidas alzadas a justificar se justificarán en base a las mediciones realmente ejecutadas en obra a las que se aplicarán los precios correspondientes que figuran en los cuadros de precios.

## 3.22. Otras unidades de obra

Las unidades no descritas en este Pliego, pero con precio en el Cuadro de Precios nº 1, se abonarán a los citados precios, y se medirán por las unidades realmente ejecutadas que figuran en el título del precio. Estos precios comprenden todos los materiales y medios auxiliares para dejar la unidad totalmente terminada, en condiciones de servicio. Se atenderá a los artículos correspondientes del PG3 y de la normativa indicada en el apartado correspondiente del presente PPTP, así como a las buenas prácticas constructivas.

## 3.23. Obras sin precio ni unidad

Las obras que no tienen precio por unidad, se abonarán por las diferentes unidades que las componen, con arreglo a lo especificado en este Pliego para cada una de ellas.

# 4. Desarrollo de las obras

## 4.1. Dirección de obra

La Administración designará los técnicos que han de dirigir e inspeccionar las obras, cuyas órdenes deberán ser aceptada por el Contratista, pudiendo exigir por su parte que le sean dadas por escrito y firmadas.

## 4.2. Ocupación de terrenos por el contratista

El Contratista no podrá ocupar los terrenos afectados por la Obra hasta recibir la correspondiente orden de la Administración.

## 4.3. Presencia del contratista en la obra

Durante su ejecución, el Contratista no puede abandonarla sin haber dejado un representante o delegado capaz de reemplazarle, tanto técnica como económicamente, de forma que ninguna operación pueda retardarse o suspenderse por su ausencia.

El contratista acompañará a la Dirección de la obra en todas sus inspecciones cuando sea requerido para ello.

## 4.4. Órdenes de servicio y comunicaciones de la obra

Las órdenes escritas entregadas al Contratista lo serán por duplicado, debiendo, por su parte, devolver un ejemplar firmado en el que conste el correspondiente enterado.

Cualquier reclamación que crea oportuno hacer el Contratista contra alguna de las disposiciones u órdenes recibidas, deberá ser formulada por escrito a la Dirección de la Obra.

## 4.5. Procedencia y aprovechamiento de materiales

El Contratista puede obtener los materiales naturales que las obras precisen de los puntos que tenga más convenientes siempre que reúnan las condiciones exigidas por el Pliego.

El Contratista puede aprovechar, con destino a la obra, las sustancias minerales que se encuentren en terrenos del Estado o de Corporaciones locales, así como abrir o explotar canteras y obtener tierras de préstamos siempre que lo haga con sujeción a las normas establecidas por el Ente público titular de aquellos.

## 4.6. Construcciones provisionales y auxiliares

El Contratista queda obligado a construir por su cuenta y a desmontar y a retirar a la terminación de las obras, limpiando los lugares de ocupación, todos los edificios auxiliares para oficinas, barracones y almacenes que precise o marquen las reglamentaciones correspondientes, conservándolos en perfecto estado de limpieza y realizándolos en la forma y lugares que señale o apruebe la Dirección de la Obra.

## 4.7. Energía, combustible y suministro de agua

El Contratista deberá suministrar por su cuenta la energía, combustible y agua que pueda consumir durante las obras.

Propondrá para su aprobación a la Dirección de la Obra las correspondientes instalaciones de suministro que deberán realizarse de acuerdo con la legislación vigente.

El Contratista queda obligado a montar estas instalaciones y a desmontarlas al finalizar las obras, conservándolas en buen estado de funcionamiento durante el tiempo de su utilización.

### 4.8. Instalaciones sanitaras y limpieza de la obra

El Contratista deberá construir y conservar a su cargo las instalaciones sanitarias provisionales, deberán ser conservadas en todo momento en perfecto estado de limpieza y retiradas a la terminación de las obras, procediendo a la limpieza de los lugares ocupados por las mismas.

El Contratista mantendrá perfectamente limpios todos los elementos y construcciones auxiliares de la obra, en especial aquellos que pudieran tener repercusión en las condiciones de vida del personal que intervenga en ella.

## 5. Disposiciones finales

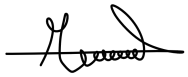
Lo mencionado en el Pliego de Prescripciones y omitido en los Planos o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto por ambos documentos.

El Anejo nº 16 “Estudio de Seguridad y Salud” tendrá carácter contractual.

En caso de contraindicación entre los Planos y el Pliego de Prescripciones, prevalecerá lo escrito en este último.

Las omisiones en Planos y Pliego de Prescripciones, o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean indispensables para llevar a cabo el espíritu e intención expuestos en los Planos y Pliego de Prescripciones, o que en su uso y costumbre deben ser realizados, no solo no exime al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los Planos y Pliego de Prescripciones.

Palencia, Junio 2025



Fdo.: Miguel Tazo Castrillo

# DOCUMENTO IV: MEDICIONES

Miguel Tazo Castrillo
Universidad de Valladolid (Campus de Palencia) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Grado en Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

# MEDICIONES DEL PROYECTO

Miguel Tazo Castrillo
Universidad de Valladolid (Campus de Palencia) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Grado en Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

# MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO 01 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO** | | | | | | | |
| **01.01** | **m² Desbroce y limpieza de tierra vegetal >=1000 m2** | | | | | | |
| | Desbroce y limpieza de tierra vegetal para preparción de zonas de acondicionamiento y mejora de firmes en superficies>1.000 m², hasta 30 cm. de profundidad, incluso limpieza de matorral y retirada de material a los bordes o lugar de empleo. Incluye transporte a vertedero. | | | | | | |
| | Área parcela | 1 | 5.298,00 | | | 5.298,00 | |
| | | | | | | | 5.298,00 |

# MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 02 CIMENTACIÓN

**02.01** **m³ Hormigón de limpieza HL-150/B/20 (Suministro y colocación de hor**

Hormigón de limpieza HL-150/B/20 (Suministro y colocación de hormigón de limpieza HL-150/B/20, consistencia blanda, tamaño máxi-mo de árido 20 mm. Elaborado en central, incluso transporte y parte proporcional de vibrado, reglea-do, curado, colocado y medios auxiliares. Según EHE-08. )

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| RIOSTRAS | 1 | 2,75 | | | 2,75 | |
| ZAPATAS | 1 | 19,46 | | | 19,46 | |
| | | | | | | 22,21 |

**02.02** **m³ Hormigón armado zapatas y vigas de atado**

Hormigón HA-25/B/30/XC4+XA2 según CE, colocado mediante bomba, vibrado, y curado, emplea-do en cimientos alzado y losas totalmente terminado.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ZAPATAS | 1 | 242,68 | | | 242,68 | |
| RIOSTRAS | 1 | 13,95 | | | 13,95 | |
| LOSA INTERIOR | 1 | 43,50 | 23,80 | 0,20 | 207,06 | |
| | | | | | | 463,69 |

**02.03** **kg Acero corrugado B 500 S.**

Acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes y tolerancias.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ZAPATAS | 1 | 14.379,05 | | | 14.379,05 | |
| RIOSTRAS | 1 | 3.214,56 | | | 3.214,56 | |
| LOSA | 1 | 550,00 | | | 550,00 | |
| | | | | | | 18.143,61 |

**02.04** **m² Encofrado recto cimientos y soleras.**

Encofrado recto en soleras y cimentaciones, colocado a cualquier profundidad o altura, incluso clava-zón, desencofrado y limpieza, terminado.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ZAPATAS | 8 | 2,40 | | 0,80 | 15,36 | |
| | 56 | 3,00 | | 1,80 | 302,40 | |
| | 4 | 3,00 | | 0,80 | 9,60 | |
| | 20 | 3,10 | | 1,30 | 80,60 | |
| RIOSTRAS | 4 | 18,40 | | 0,80 | 58,88 | |
| | 4 | 5,48 | | 0,40 | 8,77 | |
| | 16 | 4,88 | | 0,40 | 31,23 | |
| | 4 | 4,78 | | 0,40 | 7,65 | |
| | 8 | 4,68 | | 0,40 | 14,98 | |
| | 8 | 5,90 | | 0,40 | 18,88 | |
| | | | | | | 548,35 |

# MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 03 ESTRUCTURA

**03.01** **kg** **Acero laminado S275JR R 40**

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie R, colocado con uniones soldadas en obra.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 1.824,20 | | | 1.824,20 | |
| | | | | | | | 1.824,20 |

**03.02** **kg** **Acero laminado S275JR HEA 140**

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie HEA, colocado con uniones soldadas en obra.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 591,60 | | | 591,60 | |
| | | | | | | | 591,60 |

**03.03** **kg** **Acero laminado S275JR HEA 200**

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie HEA, colocado con uniones soldadas en obra.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 633,50 | | | 633,50 | |
| | | | | | | | 633,50 |

**03.04** **kg** **Acero laminado S275JR HEA 300**

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie HEA, colocado con uniones soldadas en obra.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2.384,50 | | | 2.384,50 | |
| | | | | | | | 2.384,50 |

**03.05** **kg** **Acero laminado S275JR HEA 400**

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie HEA, colocado con uniones soldadas en obra.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 11.982,30 | | | 11.982,30 | |
| | | | | | | | 11.982,30 |

**03.06** **kg** **Acero laminado S275JR IPE 180**

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, colocado con uniones soldadas en obra.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 900,20 | | | 900,20 | |
| | | | | | | | 900,20 |

**03.07** **kg** **Acero laminado S275JR IPE 240**

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, colocado con uniones soldadas en obra.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 6.675,90 | | | 6.675,90 | |
| | | | | | | | 6.675,90 |

**03.08** **kg** **Acero laminado S275JR IPE 550**

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, colocado con uniones soldadas en obra.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 20.186,50 | | | 20.186,50 | |
| | | | | | | | 20.186,50 |

# MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO 04 FACHADAS, PARTICIONES** | | | | | | | |
| 04.01 | **Cerramiento de la parcela** | | | | | | |
| | | | | | | | 1,00 |
| 04.02 | **Particiones interiores** | | | | | | |
| | | | | | | | 1,00 |
| 04.03 | **Fachada** | | | | | | |
| | | | | | | | 1,00 |

# MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 05 CARPINTERÍA

**05.01** **u** **Puerta chapa lisa 100x220**

Puerta de chapa lisa de 1 hoja de 100x220 cm. realizada en chapa de acero galvanizado de 1 mm. de espesor, perfiles de acero conformado en frío, herrajes de colgar y seguridad, manillas accesibles antienganche, cerradura con manilla de nylón, cerco de perfil de acero conformado en frío con garras para recibir a obra, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra. (sin incluir recibido de albañilería). Según Normativa armonizada europea o similar.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Cuarto de Limpieza | 1 | | | | 1,00 | |
| Sala de descanso | 1 | | | | 1,00 | |
| I + D | 1 | | | | 1,00 | |
| Laboratorio | 1 | | | | 1,00 | |
| Sala de reuniones | 1 | | | | 1,00 | |
| Oficina | 2 | | | | 2,00 | |
| Aseo hombres | 1 | | | | 1,00 | |
| Aseo mujeres | 1 | | | | 1,00 | |
| Almacén de moldes | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | 10,00 |

**05.02** **m²** **Ventanas abatibles pvc >2<4 m2**

Carpintería de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, en ventanas abatibles, con eje vertical, mayores a 2 m2 y menores a 4 m2 de superficie total, compuesta por cerco, hoja y herrajes bicromatados de colgar y de seguridad, totalmente instalada sobre precerco de aluminio y ajustada, incluso con p.p. de medios auxiliares. Con un valor límite de transmitancia térmica Ulim (W/m2K) para el conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana, en función de la zona climática de invierno del municipio según CTE-DB-HE-1. Según Normativa armonizada europea o similar.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Ventanas | 10 | 0,98 | | 1,60 | 15,68 | |
| | | | | | | 15,68 |

# MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 06 INSTALACIONES

### SUBCAPÍTULO 06.01 ELECTRICIDAD

**06.01.01** **m** **LINEA 2.5mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS)**

Línea eléctrica con conductores unipolares 3(1x2.5)mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS) desde CCM o subcuadros hasta receptores de fuerza y tomas de corriente.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 1.051,000 | | | 1.051,000 | |
| | | | | | | | 1.051,00 |

**06.01.02** **m** **LINEA 4mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS)**

Línea eléctrica con conductor multipolar 4mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS) desde CCM o subcuadros hasta receptores de fuerza y tomas de corriente.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 48,000 | | | 48,000 | |
| | | | | | | | 48,00 |

**06.01.03** **m** **LINEA 6mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS)**

Línea eléctrica con conductor multipolar 6mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS) desde CCM o subcuadros hasta receptores de fuerza y tomas de corriente.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 75,00 | | | 75,00 | |
| | | | | | | | 75,00 |

**06.01.04** **m** **LINEA 10mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS)**

Línea eléctrica con conductor multipolar 10mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS) desde CCM o subcuadros hasta receptores de fuerza y tomas de corriente.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 206,00 | | | 206,00 | |
| | | | | | | | 206,00 |

**06.01.05** **m** **LINEA 35mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS)**

Línea eléctrica con conductor multipolar 35 mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS) desde CCM o subcuadros hasta receptores de fuerza y tomas de corriente.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 38,00 | | | 38,00 | |
| | | | | | | | 38,00 |

### SUBCAPÍTULO 06.02 ALUMBRADO

**06.02.01** **u** **Downlight LED 23 cm alto flujo**

Downlight DN125B D234 1xLED20S/840 de Philips o equivalente para montaje empotrado de diámetro 2300 mm, carcasa y refletor de aluminio, flujo luminoso 3.500 lm, potencia 30 W, Tª color 4000 K, rango de Tª de 10ºC a 40ºC, protección IP-20 Clase I. Incluso p.p. de canalización y cableado, completamente instalado.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 13 | | | | 13,000 | |
| | | | | | | | 13,00 |

**06.02.02** **u** **Lámpara downlight LED 10 cm**

Downlight DN125B D234 1xLED20S/840 de Philips o equivalente para montaje empotrado de diámetro 1000 mm, carcasa y refletor de aluminio, flujo luminoso 1.200 lm, potencia 30 W, Tª color 4000 K, rango de Tª de 10ºC a 40ºC, protección IP-20 Clase I. Incluso p.p. de canalización y cableado, completamente instalado.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 44 | | | | 44,00 | |
| | | | | | | | 44,00 |

**06.02.03** **u** **Pantalla LED estándar tipo lineal**

Pantalla LED de Philips o equivalente para montaje , carcasa y refletor de aluminio, flujo luminoso 7.000 lm. potencia 50 W, Tª color 4000 K, rango de Tª de 10ºC a 40ºC, protección IP-20 Clase I. Incluso p.p. de canalización y cableado, completamente instalado.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 79 | | | | 79,00 | |
| | | | | | | | 79,00 |

**06.02.04** **u** **EMERGENCIA 200 LM**

Emergencia Basic Led serie L de Luznor o equivalente, modelo LL-200-T de 200 lúmenes con funcionamiento en modo no permanente, tira de leds sin difusor interno, batería de Ni-Cd de alta temperatura y difusor transparente.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 20 | | | | 20,000 | |

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 20,00 |

## SUBCAPÍTULO 06.03 FONTANERÍA

**06.03.01** u **Inodoro t.Bajo s.Normal, blanco**

Inodoro de porcelana vitrificada blanco, de tanque bajo, colocado mediante tacos y tornillos al solado, incluso sellado con silicona, y compuesto por: taza, tanque bajo con tapa y mecanismos y asiento con tapa lacados, con bisagras de acero, totalmente instalado, incluso con llave de escuadra de 1/2" cromada y latiguillo flexible de 20 cm. y de 1/2", funcionando. (El manguetón está incluido en las instalaciones de desagüe).

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 5 | | | | 5,00 | |
| | | | | | | | 5,00 |

**06.03.02** u **P.Ducha porc.75x75 col.G.Mmdo.**

Plato de ducha de porcelana, de 75x75 cm., en color, con grifería mezcladora exterior monomando, con ducha teléfono, flexible de 150 cm. y soporte articulado, cromada, incluso válvula de desagüe sifónica, con salida horizontal de 40 mm., totalmente instalada y funcionando.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 4 | | | | 4,00 | |
| | | | | | | | 4,00 |

**06.03.03** u **Red de agua fría y caliente.**

Red de agua fría y caliente con tubería de polipropileno, sin aparatos sanitarios.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | | 1,00 |

**06.03.04** u **Acumulador eléctrico 80 l.**

Acumulador eléctrico de agua caliente sanitaria, de 80 l. de capacidad, calorifugado, incluso llaves de paso, ramales de unión y sistemas de fijación, totalmente instalado.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | | | | 2,00 | |
| | | | | | | | 2,00 |

**06.03.05** u **Lav.56x47 s.Norm.Col.G.Monobl.**

Lavabo de porcelana vitrificada en color, de 56x47 cm., para colocar empotrado en encimera de mármol o similar (sin incluir), con grifo monobloc cromado, con rompechorros, incluso válvula de desagüe de 32 mm., llaves de escuadra de 1/2" cromadas, y latiguillos flexibles de 20 cm. y de 1/2", totalmente instalado y funcionando.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 4 | | | | 4,00 | |
| | | | | | | | 4,00 |

## SUBCAPÍTULO 06.04 SANEAMIENTO

**06.04.01** PA **Acometida general de saneamiento**

PA de Acometida General a la red de saneamiento existente, a medir en obra.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | | 1,00 |

**06.04.02** u **Red de desagües con tubería PVC.**

Red de desagües con tubería de PVC, en edificio de control e industrial, hasta arqueta exterior, incluso excavación y relleno de zanjas, según planos.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | | 1,00 |

**06.04.03** u **Arqueta de registro 40x40cm**

Arqueta registrable troncopiramidal de dimensiones interiores 40x40 cm en la base, con marco y tapa de fundición de 45x45 cm.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 8 | | | | 8,000 | |
| | | | | | | | 8,00 |

**06.04.04** u **Arqueta de registro 60x60cm**

Arqueta registrable troncopiramidal de dimensiones interiores 40x40 cm en la base, con marco y tapa de fundición de 45x45 cm.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 8 | | | | 8,000 | |
| | | | | | | | 8,00 |

# MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **SUBCAPÍTULO 06.05 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS** | | | | | | | |
| **06.05.01** | **Extintor C02 5 kg. Dioxido de carbono Clase B eficacio** | **u** | | | | | |
| | Extintor co2 para riesgo eléctrico, 5 kg, dióxido de carbono clase B eficacia 113, presión cilindro 55-60 Bar/kg produciendo 520 litros de vapor de gas/kg. Muy alta eficacia y calidad. Homologado y certificado CE. Totalmente instalado, probado y funcionando. | | | | | | |
| | | | | | | 10 | 10,000 |
| | | | | | | | 10,00 |
| **06.05.02** | **BIE 25mm 20m Boca de incendios equipada** | **u** | | | | | |
| | | | | | | | 1,00 |

# MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 07 CUBIERTAS

**07.01** **m² Cubierta inclinada panel sándwich**

Panel sándwich de 30 mm de espesor, compuesto por dos chapas de acero. Entre ambas se dispone un núcleo aislante de espuma rígida de poliuretano, que garantiza un adecuado aislamiento térmico. El acabado exterior del panel será de color rojo torino.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Cubierta | 1 | 43,50 | 23,80 | | 1.035,30 | |
| | | | | | | 1.035,30 |

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 08 REVESTIMIENTOS

**08.01** **m² Pintura Plástica lisa blanca mate**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Oficina | 1 | 9,43 | 3,00 | 28,29 | | |
| | -2 | 1,00 | 2,20 | -4,40 | | |
| Sala de reuniones | 1 | 7,85 | 3,00 | 23,55 | | |
| | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | |
| Laboratorio | 1 | 9,00 | 3,00 | 27,00 | | |
| | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | |
| Sala de descanso | 1 | 9,25 | 3,00 | 27,75 | | |
| | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | |
| I+D | 1 | 8,25 | 3,00 | 24,75 | | |
| | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | |
| Cuarto limpieza | 1 | 2,70 | 3,00 | 8,10 | | |
| | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | |
| Almacén MP | 1 | 20,80 | 6,75 | 140,40 | | |
| | -1 | 1,80 | 2,20 | -3,96 | | |
| Almacén PT | 1 | 11,30 | 6,75 | 76,28 | | |
| | -1 | 1,80 | 2,20 | -3,96 | | |
| Sala caliente prod | 1 | 30,00 | 6,75 | 202,50 | | |
| | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | |
| | -1 | 1,80 | 2,20 | -3,96 | | |
| Sala fría prod | 1 | 13,17 | 6,75 | 88,90 | | |
| | -2 | 1,80 | 2,20 | -7,92 | | |
| Sala lavamoldes | 1 | 7,50 | 6,75 | 50,63 | | |
| | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | |
| Almacén general | 1 | 19,70 | 6,75 | 132,98 | | |
| Almacén de moldes | 1 | 9,20 | 6,75 | 62,10 | | |
| | | | | | | 853,63 |

**08.02** **m² Alicatado plaqueta extr.20x20 c/junta**

Alicatado con plaqueta d20x20 cm. con junta de 1 cm., recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de miga 1/6 (mortero tipo M-5), i/p.p. de cortes, ingletes, piezas especiales, rejuntado con material cementoso según UNE-EN 13888:2009 junta blanca o color y limpieza. Según Normativa armonizada europea o similar, CTE DB-SUA-1 y NTE-RSR, con marcado CE y DdP (declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011, medido en superficie deduciendo huecos superiores a 1 m².

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Aseo masculino | 1 | 12,65 | 3,00 | 37,95 | | |
| | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | |
| Aseo femenino | 1 | 12,65 | 3,00 | 37,95 | | |
| | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | |
| | | | | | | 71,50 |

**08.03** **m² Aislamiento térmico colocado en el interior de la cámara de cerr**

Aislamiento térmico colocado en el interior de la cámara de cerramientos con paneles de poliestireno expandido (EPS) de densidad 25 Kg/m3, de superficie lisa machihembrados de 40 mm de espesor. Resistencia térmica 1,14 m²K/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK). Reacción al fuego E. Medida toda la superficie a ejecutar, incluso p.p. de medios auxiliares.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Oficina | 1 | 9,43 | 3,00 | 28,29 | | |
| | -2 | 1,00 | 2,20 | -4,40 | | |
| Sala de reuniones | 1 | 7,85 | 3,00 | 23,55 | | |
| | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | |
| Laboratorio | 1 | 9,00 | 3,00 | 27,00 | | |
| | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | |
| Sala de descanso | 1 | 9,25 | 3,00 | 27,75 | | |
| | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | |
| I+D | 1 | 8,25 | 3,00 | 24,75 | | |
| | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | |
| Cuarto limpieza | 1 | 2,70 | 3,00 | 8,10 | | |
| | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | |
| Aseo masculino | 1 | 12,65 | 3,00 | 37,95 | | |
| | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | |
| Aseo femenino | 1 | 12,65 | 3,00 | 37,95 | | |

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | |
| | Almacén MP | 1 | 20,80 | 6,75 | 140,40 | | |
| | | -1 | 1,80 | 2,20 | -3,96 | | |
| | Almacén PT | 1 | 11,30 | 6,75 | 76,28 | | |
| | | -1 | 1,80 | 2,20 | -3,96 | | |
| | Sala caliente prod | 1 | 30,00 | 6,75 | 202,50 | | |
| | | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | |
| | | -1 | 1,80 | 2,20 | -3,96 | | |
| | Sala fría prod | 1 | 13,17 | 6,75 | 88,90 | | |
| | | -2 | 1,80 | 2,20 | -7,92 | | |
| | Sala lavamoldes | 1 | 7,50 | 6,75 | 50,63 | | |
| | | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | |
| | Almacén general | 1 | 19,70 | 6,75 | 132,98 | | |
| | Almacén de moldes | 1 | 9,20 | 6,75 | 62,10 | | |
| | | | | | | | 925,13 |

**08.04** **m² Enfoscado a buena vista sin maestrear, aplicado con llana, con m**

Enfoscado a buena vista sin maestrear, aplicado con llana, con mortero CSIII-W1 de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río M-5 en interior de cámaras de aire de 20 mm de espesor, i/p.p. de andamiaje (hasta 3 m de altura), según NTE-RPE y UNE-EN 998-1:2018, medido deduciendo huecos. Mortero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Oficina | 1 | 9,43 | 3,00 | 28,29 | | |
| | | -2 | 1,00 | 2,20 | -4,40 | | |
| | Sala de reuniones | 1 | 7,85 | 3,00 | 23,55 | | |
| | | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | |
| | Laboratorio | 1 | 9,00 | 3,00 | 27,00 | | |
| | | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | |
| | Sala de descanso | 1 | 9,25 | 3,00 | 27,75 | | |
| | | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | |
| | I+D | 1 | 8,25 | 3,00 | 24,75 | | |
| | | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | |
| | Cuarto limpieza | 1 | 2,70 | 3,00 | 8,10 | | |
| | | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | |
| | Aseo masculino | 1 | 12,65 | 3,00 | 37,95 | | |
| | | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | |
| | Aseo femenino | 1 | 12,65 | 3,00 | 37,95 | | |
| | | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | |
| | Almacén MP | 1 | 20,80 | 6,75 | 140,40 | | |
| | | -1 | 1,80 | 2,20 | -3,96 | | |
| | Almacén PT | 1 | 11,30 | 6,75 | 76,28 | | |
| | | -1 | 1,80 | 2,20 | -3,96 | | |
| | Sala caliente prod | 1 | 30,00 | 6,75 | 202,50 | | |
| | | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | |
| | | -1 | 1,80 | 2,20 | -3,96 | | |
| | Sala fría prod | 1 | 13,17 | 6,75 | 88,90 | | |
| | | -2 | 1,80 | 2,20 | -7,92 | | |
| | Sala lavamoldes | 1 | 7,50 | 6,75 | 50,63 | | |
| | | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | |
| | Almacén general | 1 | 19,70 | 6,75 | 132,98 | | |
| | Almacén de moldes | 1 | 9,20 | 6,75 | 62,10 | | |
| | | | | | | | 925,13 |

# MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 09 SEÑALIZACIÓN Y EQUIPAMIENTO

**09.01** **u** **Sillón giratorio.**

Sillón giratorio para oficina de regulación manual en altura, con apoyo central con cinco ruedas giratorias, tapizado.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | | | | 2,00 | |
| | | | | | | | 2,00 |

**09.02** **u** **Taquilla metálica**

Armario ropero tipo taquilla metálica de dimensiones 1800x500x500 mm., con terminación de pintura, dotado de rejilla de ventilación en el frente, incluso cerradura con llave, bandeja interior y perchero.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 4 | | | | 4,00 | |
| | | | | | | | 4,00 |

**09.03** **u** **Conjunto de accesorios baño**

Conjunto de accesorios baño, acabados en acero inoxidable, compuesto por dosificador de jabón líquido de 1,2 l, dispensador de papel toalla plegado, portarrollos industrial 250/300 m, percha de pared con 2 ganchos, escobillero, cubo sanitario de 12 l. con apertura mediante pedal, papelera de 75 l. con tapa basculante y espejo de 1,00x0,60 m, incluso instalación.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | | 1,00 |

**09.04** **u** **Armario archivo.**

Armario archivo de madera con dos puertas, incluso estanterías y cajones de 2x2x0,45 m.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | | | | 2,00 | |
| | | | | | | | 2,00 |

**09.05** **u** **Mesa de despacho.**

Mesa de madera para oficina con tablero de formica de 1400 mm. de longitud y 750 mm. de ancho, con cajonera.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | | | | 2,00 | |
| | | | | | | | 2,00 |

**09.06** **u** **Silla de confidente.**

Silla de confidente metálica a juego con sillón.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 10 | | | | 10,00 | |
| | | | | | | | 10,00 |

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 10 URBANIZACIÓN INTERIOR DE LA PARCELA

**10.01** **m³ Zahorra artificial base 75% machaqueo**

Zahorra artificial machaqueo, husos ZA(20)/ZA(25)/ZA(0/32) en capas de base, con 75% de caras de fractura, puesta en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento, en capas de 20/30 cm de espesor, medido sobre perfil. Desgaste de los ángeles de los áridos <30. Árido con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011. En cumplimento con el Decreto 5/2023, de 4 de mayo,al menos el 10% en peso de la cantidad de árido de la presente partida será árido reciclado.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 4.262,00 | 0,20 | 852,40 | |
| | | | | | | 852,40 |

**10.02** **m³ HORMIGÓN HMF-3,5 EN PAVIMENTOS**

Pavimento de hormigón HMF-3,5 de resistencia característica a flexotracción, en espesores de 20/30 cm, incluso extendido, encofrado de borde, regleado, vibrado, curado con producto filmógeno, estriado o ranurado y p.p. de juntas. Componentes de hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 4.262,00 | 0,20 | 852,40 | |
| | | | | | | 852,40 |

**10.03** **m³ Hormigón HM-20 MPa.**

Suministro y puesta en obra de hormigón en masa, vibrado, en solera y refuerzo de alcantarillas tubulares ejecutadas en zanja, a cualquier profundidad, con HM-20/P/40 (CEM-I/SR ), con árido procedente de cantera, de tamaño máximo 40 mm y consistencia plástica.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Acera | | 1 | 4.262,00 | 0,20 | 852,40 | |
| | | | | | | 852,40 |

**10.04** **m Bordillo horm.Bicapa 12-15x28 cm**

Bordillo de hormigón bicapa, achaflanado, de 12-15x28 cm. colocado sobre solera de hormigón HM-15/P/40, de 10 cm. de espesor, i/excavación necesaria, rejuntado y limpieza.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 60,00 | | 60,00 | |
| | | | | | | 60,00 |

**10.05** **m2 Acera perimetral**

Acera perimetral hecha de ladrillo hueco doble 25x12x8 y mortero con cemento M-5.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 140,00 | | 140,00 | |
| | | | | | | 140,00 |

# MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO 11 SEGURIDAD Y SALUD** | | | | | | | |
| **11.01** | **ud Seguridad y Salud** | | | | | | |
| | Presupuesto de Seguridad y Salud justificado en el Anejo nº16 | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | | 1,00 |

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 12 GESTIÓN DE RESIDUOS

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12.01 | **PA Gestión de residuos** | | | | | | |
| | Gestión en Planta de Tratamiento de residuos de tierras limpias y piedras generados en la obra, código LER 17 05 04, que no contengan sustancias peligrosas y cuando no sea posible el depósito de las tierras en vertedero, incluyendo transporte a centro de tratamiento, gestión, clasificación, tratamiento, y almacenaje, con emisión de certificado. | | | | | | |
| | | | 1 | | | 1,00 | |
| | | | | | | | 1,00 |

# MEDICIONES MAQUINARIA DEL PROCESO

Miguel Tazo Castrillo
Universidad de Valladolid (Campus de Palencia) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Grado en Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

# MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 13 MAQUINARIA

**13.01** u **Mezcladora de rellenos**

Mezcladora capacidad de producción de 250 kg/h y una potencia de 0,6 kW. Sus dimensiones son: 1,50x1,50x1,30 m.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | | | | 2,00 | |
| | | | | | | | 2,00 |

**13.02** u **Mezcladora de chocolate**

mezcladora con capacidad de 2500 kg por lote. Con una potencia de 18 kW. Tiene unas dimensiones de 2,51x1,70x2,20 m

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | | 1,00 |

**13.03** u **Prerrefinadora**

Refinadora de 2 cilindros, que reducirá la granulometría hasta 150 µm. La capacidad de producción es de 2500 kg/h y sus dimensiones son de 2,00x1,85x2,20 m.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 1,00 |

**13.04** u **Refinadora**

Refinadora de cinco cilindroscapaz de dejar una granulometría de entre 15 y 35 µm, con una capacidad de producción de 2500 kg/h. La máquina cuenta con una potencia de 15kW y unas dimensiones de 2,75x1,40x2,30 m.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 1,00 |

**13.05** u **Conchadora**

Concha de un solo eje. Al aplicar una excelente aireación en la pasta de chocolate se eliminan los sabores que no se desean y se consigue obtener el sabor a chocolate deseado. Tiene una capacidad de producción de 2500 kg/h y cuenta con una potencia de 20kW. Sus dimensiones son de 4,50x2,10x3,45 m.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 1,00 |

**13.06** u **Atemperador**

atemperadora con una capacidad de producción de 500kg/h. Alimentación en continuo. Su potencia es de 4,5 kW. Sus dimensiones son: 0,77x1,32x1,58 m.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 1,00 |

**13.07** u **Tanque fijo**

Tanques fijos de 1000 kg de capacidad Sus dimensiones son: 0,80x0,80x1,95 m.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 6,00 |

**13.08** u **Tanque móvil**

Tanques móviles de 250 l isotérmicos. Sus dimensiones son: 0,50x0,50x1,30 m

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 6,00 |

**13.09** u **Moldeadora-dosificadora**

Máquina con capacidad de producción de 500 kg/h y una potencia de 3,5 kW. Dispone de 9 boquillas dispensadoras, las cuales son capaces de inyectar el relleno y la cobertura al mismo tiempo. Es necesario conectar la máquina a un compresor. Sus dimensiones son: 1,67x0,92x1,55 m.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 1,00 |

**13.10** u **Túnel de enfriamiento vertical**

El túnel de enfriamiento vertical es capaz de enfriar 500 kg de bombones por hora, con una temperatura ambiental óptima de 20-25 grados centígrados. Sus dimensiones son: 2,70x2,32x2,15 m.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 1,00 |

**13.11** u **Cinta vibratoria autónoma**

Cinta transportadora que permite igualar el nivel de chocolate en el molde de salida garantizando un flujo continuo de moldes, sin generar colas, incluso a alta velocidad. Es necesario conectar la máquina a un compresor. Tiene una potencia de 1 kW. Sus dimensiones son: 1,12x0,60x1,15 m.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 1,00 |

# MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 13.12 | **u Desmoldadora** | | | | | | |
| | La desmoldadora transportará los bombones hacia la envasadora. Es necesario conectar la máquina a un compresor. La potencia es de 1,5 kW. Sus dimensiones son: 1,90x1,05x1,32 m. | | | | | | |
| | | | | | | | 1,00 |
| 13.13 | **u Envasadora** | | | | | | |
| | Envasadora capaz de envolver 10.000 bombones por hora. Tiene una potencia de 2 kW. Sus dimensiones son: 2,50x0,72x1,80 m. | | | | | | |
| | | | | | | | 3,00 |
| 13.14 | **u Lavamoldes** | | | | | | |
| | La máquina lava moldes encargada de lavar y secar los moldes. Tiene una potencia de 41 kW. Sus dimensiones son: 2,12x6,00x2,75 m. | | | | | | |
| | | | | | | | 1,00 |
| 13.15 | **u Compresor** | | | | | | |
| | Compresor con flujo volumétrico hasta 570 l/min y una potencia nominal del motor de 3,1 kW. | | | | | | |
| | | | | | | | 1,00 |
| 13.16 | **u Carretilla** | | | | | | |
| | La Carretilla Elevadora es una máquina de manipulación de materiales de alto rendimiento que combina potencia y eficiencia. Equipada con un motor diésel confiable y una capacidad de carga de 1600 kg, esta carretilla elevadora es ideal para aplicaciones industriales y de almacén que requieren un manejo seguro y eficaz de cargas pesadas. Su diseño compacto y maniobrabilidad mejorada permiten un fácil acceso a espacios estrechos y la capacidad de realizar giros precisos. | | | | | | |
| | | | | | | | 2,00 |

# DOCUMENTO V: PRESUPUESTO

# ÍNDICE

1.- Cuadro de precios nº1

2.- Cuadro de precios nº2

3.- Presupuesto general

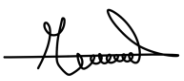
4.- Presupuesto de maquinaria del proceso

5.- Resumen del presupuesto

# CUADRO DE PRECIOS Nº1

# CUADRO DE PRECIOS 1

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO 01 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO** | | | |
| **01.01** | **m²** | **Desbroce y limpieza de tierra vegetal >=1000 m2** | **1,05** |
| | | Desbroce y limpieza de tierra vegetal para preparción de zonas de acondicionamiento y mejora de firmes en superficies>1.000 m², hasta 30 cm. de profundidad, incluso limpieza de matorral y retirada de material a los bordes o lugar de empleo. Incluye transporte a vertedero. | |
| | | UN EUROS con CINCO CÉNTIMOS | |



| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 02 CIMENTACIÓN

**02.01** **m³** **Hormigón de limpieza HL-150/B/20 (Suministro y colocación de hor** **65,79**

Hormigón de limpieza HL-150/B/20 (Suministro y colocación de hormigón de limpieza HL-150/B/20, consistencia blanda, tamaño máx i-mo de árido 20 mm. Elaborado en central, incluso transporte y parte proporcional de vibrado, reglea-do, curado, colocado y medios auxiliares.)

SESENTA Y CINCO EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

**02.02** **m³** **Hormigón armado zapatas y vigas de atado** **139,05**

Hormigón HA-25/B/30/XC4+XA2 según CE, colocado mediante bomba, vibrado, y curado, empleado en cimientos alzado y losas totalmente terminado.

CIENTO TREINTA Y NUEVE EUROS con CINCO CÉNTIMOS

**02.03** **kg** **Acero corrugado B 500 S.** **1,54**

Acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes y tolerancias.

UN EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

**02.04** **m²** **Encofrado recto cimientos y soleras.** **11,16**

Encofrado recto en soleras y cimentaciones, colocado a cualquier profundidad o altura, incluso clavazón, desencofrado y limpieza, terminado.

ONCE EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 03 ESTRUCTURA

**03.01** **kg** **Acero laminado S275JR R 40** **2,36**

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie R, colocado con uniones soldadas en obra.

DOS EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

**03.02** **kg** **Acero laminado S275JR HEA 140** **2,36**

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie HEA, colocado con uniones soldadas en obra.

DOS EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

**03.03** **kg** **Acero laminado S275JR HEA 200** **2,36**

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie HEA, colocado con uniones soldadas en obra.

DOS EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

**03.04** **kg** **Acero laminado S275JR HEA 300** **2,36**

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie HEA, colocado con uniones soldadas en obra.

DOS EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

**03.05** **kg** **Acero laminado S275JR HEA 400** **2,36**

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie HEA, colocado con uniones soldadas en obra.

DOS EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

**03.06** **kg** **Acero laminado S275JR IPE 180** **2,36**

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, colocado con uniones soldadas en obra.

DOS EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

**03.07** **kg** **Acero laminado S275JR IPE 240** **2,36**

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, colocado con uniones soldadas en obra.

DOS EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

**03.08** **kg** **Acero laminado S275JR IPE 550** **2,36**

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, colocado con uniones soldadas en obra.

DOS EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO 04 FACHADAS, PARTICIONES** | | | |
| **04.01** | | **Cerramiento de la parcela** | **7.780,66** |
| | | SIETE MIL SETECIENTOS OCHENTA EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS | |
| **04.02** | | **Particiones interiores** | **26.671,50** |
| | | VEINTISEIS MIL SEISCIENTOS SETENTA Y UN EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS | |
| **04.03** | | **Fachada** | **33.954,09** |
| | | TREINTA Y TRES MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y CUATRO EUROS con NUEVE CÉNTIMOS | |

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 05 CARPINTERÍA

**05.01** **u** **Puerta chapa lisa 100x220** **100,76**

Puerta de chapa lisa de 1 hoja de 100x220 cm. realizada en chapa de acero galvanizado de 1 mm. de espesor, perfiles de acero conformado en frío, herrajes de colgar y seguridad, manillas accesibles antienganche, cerradura con manilla de nylón, cerco de perfil de acero conformado en frío con garras para recibir a obra, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra. (sin incluir recibido de albañilería). Según Normativa armonizada europea o similar.

CIEN EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

**05.02** **m²** **Ventanas abatibles pvc >2<4 m2** **183,77**

Carpintería de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, en v entanas abatibles, con eje vertical, mayores a 2 m2 y menores a 4 m2 de superficie total, compuesta por cerco, hoja y herrajes bicromatados de colgar y de seguridad, totalmente instalada sobre precerco de aluminio y ajustada, incluso con p.p. de medios auxiliares. Con un valor límite de transmitancia térmica Ulim (W/m2K) para el conjunto de marco, v idrio y, en su caso, cajón de persiana, en función de la zona climática de invierno del municipio según CTE-DB-HE-1. Según Normativa armonizada europea o similar.

CIENTO OCHENTA Y TRES EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 06 INSTALACIONES

### SUBCAPÍTULO 06.01 ELECTRICIDAD

**06.01.01** m **LINEA 2.5mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS)** **1,26**

Línea eléctrica con conductores unipolares 3(1x2.5)mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS) desde CCM o subcuadros hasta receptores de fuerza y tomas de corriente.

UN EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS

**06.01.02** m **LINEA 4mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS)** **1,94**

Línea eléctrica con conductor multipolar 4mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS) desde CCM o subcuadros hasta receptores de fuerza y tomas de corriente.

UN EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

**06.01.03** m **LINEA 6mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS)** **2,49**

Línea eléctrica con conductor multipolar 6mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS) desde CCM o subcuadros hasta receptores de fuerza y tomas de corriente.

DOS EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

**06.01.04** m **LINEA 10mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS)** **3,00**

Línea eléctrica con conductor multipolar 10mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS) desde CCM o subcuadros hasta receptores de fuerza y tomas de corriente.

TRES EUROS

**06.01.05** m **LINEA 35mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS)** **6,37**

Línea eléctrica con conductor multipolar 35 mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS) desde CCM o subcuadros hasta receptores de fuerza y tomas de corriente.

SEIS EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS

### SUBCAPÍTULO 06.02 ALUMBRADO

**06.02.01** u **Downlight LED 23 cm alto flujo** **113,52**

Downlight DN125B D234 1x LED20S/840 de Philips o equivalente para montaje empotrado de diámetro 2300 mm, carcasa y refletor de aluminio, flujo luminoso 3.500 lm, potencia 30 W, Tª color 4000 K, rango de Tª de 10ºC a 40ºC, protección IP-20 Clase I. Incluso p.p. de canalización y cableado, completamente instalado.

CIENTO TRECE EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS

**06.02.02** u **Lámpara downlight LED 10 cm** **113,52**

Downlight DN125B D234 1x LED20S/840 de Philips o equivalente para montaje empotrado de diámetro 1000 mm, carcasa y refletor de aluminio, flujo luminoso 1.200 lm, potencia 30 W, Tª color 4000 K, rango de Tª de 10ºC a 40ºC, protección IP-20 Clase I. Incluso p.p. de canalización y cableado, completamente instalado.

CIENTO TRECE EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS

**06.02.03** u **Pantalla LED estándar tipo lineal** **113,52**

Pantalla LED de Philips o equiv alente para montaje , carcasa y refletor de aluminio, flujo luminoso 7.000 lm. potencia 50 W, Tª color 4000 K, rango de Tª de 10ºC a 40ºC, protección IP-20 Clase I. Incluso p.p. de canalización y cableado, completamente instalado.

CIENTO TRECE EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS

**06.02.04** u **EMERGENCIA 200 LM** **52,18**

Emergencia Basic Led serie L de Luznor o equivalente, modelo LL-200-T de 200 lúmenes con funcionamiento en modo no permanente, tira de leds sin difusor interno, batería de Ni-Cd de alta temperatura y difusor transparente.

CINCUENTA Y DOS EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|

## SUBCAPÍTULO 06.03 FONTANERÍA

**06.03.01** **u** **Inodoro t.Bajo s.Normal, blanco** **255,67**

Inodoro de porcelana vitrificada blanco, de tanque bajo, colocado mediante tacos y tornillos al solado, incluso sellado con silicona, y compuesto por: taza, tanque bajo con tapa y mecanismos y asiento con tapa lacados, con bisagras de acero, totalmente instalado, incluso con llave de escuadra de 1/2" cromada y latiguillo flexible de 20 cm. y de 1/2", funcionando. (El manguetón está incluido en las instalaciones de desagüe).

DOSCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS

**06.03.02** **u** **P.Ducha porc.75x75 col.G.Mmdo.** **277,39**

Plato de ducha de porcelana, de 75x75 cm., en color, con grifería mezcladora ex terior monomando, con ducha teléfono, flexible de 150 cm. y soporte articulado, cromada, incluso válvula de desagüe sifónica, con salida horizontal de 40 mm., totalmente instalada y funcionando.

DOSCIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS

**06.03.03** **u** **Red de agua fría y caliente.** **1.132,61**

Red de agua fría y caliente con tubería de polipropileno, sin aparatos sanitarios.

MIL CIENTO TREINTA Y DOS EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS

**06.03.04** **u** **Acumulador eléctrico 80 l.** **845,45**

Acumulador eléctrico de agua caliente sanitaria, de 80 l. de capacidad, calorifugado, incluso llaves de paso, ramales de unión y sistemas de fijación, totalmente instalado.

OCHOCIENTOS CUARENTA Y CINCO EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS

**06.03.05** **u** **Lav.56x47 s.Norm.Col.G.Monobl.** **186,90**

Lavabo de porcelana vitrificada en color, de 56x47 cm., para colocar empotrado en encimera de mármol o similar (sin incluir), con grifo monobloc cromado, con rompechorros, incluso válv ula de desagüe de 32 mm., llaves de escuadra de 1/2" cromadas, y latiguillos flexibles de 20 cm. y de 1/2", totalmente instalado y funcionando.

CIENTO OCHENTA Y SEIS EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS

## SUBCAPÍTULO 06.04 SANEAMIENTO

**06.04.01** **PA** **Acometida general de saneamiento** **650,00**

PA de Acometida General a la red de saneamiento existente, a medir en obra.

SEISCIENTOS CINCUENTA EUROS

**06.04.02** **u** **Red de desagües con tubería PVC.** **2.116,20**

Red de desagües con tubería de PVC, en edificio de control e industrial, hasta arqueta exterior, incluso ex cav ación y relleno de zanjas, según planos.

DOS MIL CIENTO DIECISEIS EUROS con VEINTE CÉNTIMOS

**06.04.03** **u** **Arqueta de registro 40x40cm** **187,48**

Arqueta registrable troncopiramidal de dimensiones interiores 40x40 cm en la base, con marco y tapa de fundición de 45x45 cm.

CIENTO OCHENTA Y SIETE EUROS con CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS

**06.04.04** **u** **Arqueta de registro 60x60cm** **211,97**

Arqueta registrable troncopiramidal de dimensiones interiores 40x40 cm en la base, con marco y tapa de fundición de 45x45 cm.

DOSCIENTOS ONCE EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|
| **SUBCAPÍTULO 06.05 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS** | | | |
| **06.05.01** | **u** | **Extintor C02 5 kg. Dioxido de carbono Clase B eficacio** | **417,34** |
| | | Extintor co2 para riesgo eléctrico, 5 kg, dióxido de carbono clase B eficacia 113, presión cilindro 55-60 Bar/kg produciendo 520 litros de vapor de gas/kg. Muy alta eficacia y calidad. Homologado y certificado CE. Totalmente instalado, probado y funcionando. | |
| | | CUATROCIENTOS DIECISIETE EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS | |
| **06.05.02** | **u** | **BIE 25mm 20m Boca de incendios equipada** | **417,34** |
| | | CUATROCIENTOS DIECISIETE EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS | |

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 07 CUBIERTAS

**07.01** **m²** **Cubierta inclinada panel sándwich** **62,76**

Panel sándwich de 30 mm de espesor, compuesto por dos chapas de acero. Entre ambas se dispone un núcleo aislante de espuma rígida de poliuretano, que garantiza un adecuado aislamiento térmico. El acabado exterior del panel será de color rojo torino.

SESENTA Y DOS EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 08 REVESTIMIENTOS

**08.01** **m²** **Pintura Plástica lisa blanca mate** **5,85**

CINCO EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS

**08.02** **m²** **Alicatado plaqueta extr.20x20 c/junta** **41,84**

Alicatado con plaqueta d20x 20 cm. con junta de 1 cm., recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de miga 1/6 (mortero tipo M-5), i/p.p. de cortes, ingletes, piezas especiales, rejuntado con material cementoso según UNE-EN 13888:2009 junta blanca o color y limpieza. Según Normativa armonizada europea o similar, CTE DB-SUA-1 y NTE-RSR, con marcado CE y DdP (declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011, medido en superficie deduciendo huecos superiores a 1 m².

CUARENTA Y UN EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

**08.03** **m²** **Aislamiento térmico colocado en el interior de la cámara de cerr** **7,87**

Aislamiento térmico colocado en el interior de la cámara de cerramientos con paneles de poliestireno expandido (EPS) de densidad 25 Kg/m3, de superficie lisa machihembrados de 40 mm de espesor. Resistencia térmica 1,14 m²K/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK). Reacción al fuego E. Medida toda la superficie a ejecutar, incluso p.p. de medios auxiliares.

SIETE EUROS con OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS

**08.04** **m²** **Enfoscado a buena vista sin maestrear, aplicado con llana, con m** **6,14**

Enfoscado a buena vista sin maestrear, aplicado con llana, con mortero CSIII-W1 de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río M-5 en interior de cámaras de aire de 20 mm de espesor, i/p.p. de andamiaje (hasta 3 m de altura), según NTE-RPE y UNE-EN 998-1:2018, medido deduciendo huecos. Mortero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

SEIS EUROS con CATORCE CÉNTIMOS

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 09 SEÑALIZACIÓN Y EQUIPAMIENTO

**09.01** **u** **Sillón giratorio.** **680,37**

Sillón giratorio para oficina de regulación manual en altura, con apoyo central con cinco ruedas giratorias, tapizado.

SEISCIENTOS OCHENTA EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS

**09.02** **u** **Taquilla metálica** **330,57**

Armario ropero tipo taquilla metálica de dimensiones 1800x500x 500 mm., con terminación de pintura, dotado de rejilla de ventilación en el frente, incluso cerradura con llave, bandeja interior y perchero.

TRESCIENTOS TREINTA EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS

**09.03** **u** **Conjunto de accesorios baño** **466,55**

Conjunto de accesorios baño, acabados en acero inoxidable, compuesto por dosificador de jabón líquido de 1,2 l, dispensador de papel toalla plegado, portarrollos industrial 250/300 m, percha de pared con 2 ganchos, escobillero, cubo sanitario de 12 l. con apertura mediante pedal, papelera de 75 l. con tapa basculante y espejo de 1,00x0,60 m, incluso instalación.

CUATROCIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS

**09.04** **u** **Armario archivo.** **690,97**

Armario archivo de madera con dos puertas, incluso estanterías y cajones de 2x2x0,45 m.

SEISCIENTOS NOVENTA EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS

**09.05** **u** **Mesa de despacho.** **586,93**

Mesa de madera para oficina con tablero de formica de 1400 mm. de longitud y 750 mm. de ancho, con cajonera.

QUINIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS

**09.06** **u** **Silla de confidente.** **277,57**

Silla de confidente metálica a juego con sillón.

DOSCIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 10 URBANIZACIÓN INTERIOR DE LA PARCELA

**10.01** **m³** **Zahorra artificial base 75% machaqueo** **17,16**

Zahorra artificial machaqueo, husos ZA(20)/ZA(25)/ZA(0/32) en capas de base, con 75% de caras de fractura, puesta en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento, en capas de 20/30 cm de espesor, medido sobre perfil. Desgaste de los ángeles de los áridos <30. Árido con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011. En cumplimento con el Decreto 5/2023, de 4 de mayo,al menos el 10% en peso de la cantidad de árido de la presente partida será árido reciclado.

DIECISIETE EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

**10.02** **m³** **HORMIGÓN HMF-3,5 EN PAVIMENTOS** **134,25**

Pav imento de hormigón HMF-3,5 de resistencia característica a flex otracción, en espesores de 20/30 cm, incluso extendido, encofrado de borde, regleado, vibrado, curado con producto filmógeno, estriado o ranurado y p.p. de juntas. Componentes de hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

CIENTO TREINTA Y CUATRO EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS

**10.03** **m³** **Hormigón HM-20 MPa.** **97,15**

Suministro y puesta en obra de hormigón en masa, vibrado, en solera y refuerzo de alcantarillas tubulares ejecutadas en zanja, a cualquier profundidad, con HM-20/P/40 (CEM-I/SR ), con árido procedente de cantera, de tamaño máximo 40 mm y consistencia plástica.

NOVENTA Y SIETE EUROS con QUINCE CÉNTIMOS

**10.04** **m** **Bordillo horm.Bicapa 12-15x28 cm** **11,38**

Bordillo de hormigón bicapa, achaflanado, de 12-15x28 cm. colocado sobre solera de hormigón HM-15/P/40, de 10 cm. de espesor, i/excavación necesaria, rejuntado y limpieza.

ONCE EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS

**10.05** **m2** **Acera perimetral** **28,83**

Acera perimetral hecha de ladrillo hueco doble 25x12x8 y mortero con cemento M-5.

VEINTIOCHO EUROS con OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO 11 SEGURIDAD Y SALUD** | | | |
| **11.01** | **ud** | **Seguridad y Salud** | **13.744,31** |
| | | Presupuesto de Seguridad y Salud justificado en el Anejo nº16 | |
| | | | TRECE MIL SETECIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS |

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 12 GESTIÓN DE RESIDUOS

**12.01** **PA** **Gestión de residuos** **1.594,77**

Gestión en Planta de Tratamiento de residuos de tierras limpias y piedras generados en la obra, código LER 17 05 04, que no contengan sustancias peligrosas y cuando no sea posible el depósito de las tierras en vertedero, incluyendo transporte a centro de tratamiento, gestión, clasificación, tratamiento, y almacenaje, con emisión de certificado.

MIL QUINIENTOS NOVENTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS

# CUADRO DE PRECIOS Nº2

# CUADRO DE PRECIOS 2

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 01 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

**01.01** **m²** **Desbroce y limpieza de tierra vegetal >=1000 m2**

Desbroce y limpieza de tierra vegetal para preparción de zonas de acondicionamiento y mejora de firmes en superficies>1.000 m², hasta 30 cm. de profundidad, incluso limpieza de matorral y retirada de material a los bordes o lugar de empleo. Incluye transporte a vertedero.

| | |
|---|---|
| Mano de obra..... | 0,29 |
| Maquinaria..... | 0,70 |
| Resto de obra y materiales..... | 0,06 |
| **TOTAL PARTIDA.....** | **1,05** |

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 02 CIMENTACIÓN

**02.01** **m³** **Hormigón de limpieza HL-150/B/20 (Suministro y colocación de hor**

Hormigón de limpieza HL-150/B/20 (Suministro y colocación de hormigón de limpieza HL-150/B/20, consistencia blanda, tamaño máxi-mo de árido 20 mm. Elaborado en central, incluso transporte y parte proporcional de vibrado, reglea-do, curado, colocado y medios auxiliares.)

| | |
|---|---|
| Mano de obra..... | 5,76 |
| Resto de obra y materiales..... | 60,03 |
| **TOTAL PARTIDA.....** | **65,79** |

**02.02** **m³** **Hormigón armado zapatas y vigas de atado**

Hormigón HA-25/B/30/XC4+XA2 según CE, colocado mediante bomba, vibrado, y curado, empleado en cimientos alzado y losas totalmente terminado.

| | |
|---|---|
| Mano de obra..... | 7,62 |
| Maquinaria..... | 17,70 |
| Resto de obra y materiales..... | 113,73 |
| **TOTAL PARTIDA.....** | **139,05** |

**02.03** **kg** **Acero corrugado B 500 S.**

Acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes y tolerancias.

| | |
|---|---|
| Mano de obra..... | 0,13 |
| Resto de obra y materiales..... | 1,41 |
| **TOTAL PARTIDA.....** | **1,54** |

**02.04** **m²** **Encofrado recto cimientos y soleras.**

Encofrado recto en soleras y cimentaciones, colocado a cualquier profundidad o altura, incluso clavazón, desencofrado y limpieza, terminado.

| | |
|---|---|
| Mano de obra..... | 6,03 |
| Maquinaria..... | 0,09 |
| Resto de obra y materiales..... | 5,04 |
| **TOTAL PARTIDA.....** | **11,16** |

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 03 ESTRUCTURA

**03.01** **kg** **Acero laminado S275JR R 40**

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie R, colocado con uniones soldadas en obra.

| | |
|---|---|
| Mano de obra | 1,22 |
| Resto de obra y materiales | 1,14 |
| **TOTAL PARTIDA** | **2,36** |

**03.02** **kg** **Acero laminado S275JR HEA 140**

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie HEA, colocado con uniones soldadas en obra.

| | |
|---|---|
| Mano de obra | 1,22 |
| Resto de obra y materiales | 1,14 |
| **TOTAL PARTIDA** | **2,36** |

**03.03** **kg** **Acero laminado S275JR HEA 200**

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie HEA, colocado con uniones soldadas en obra.

| | |
|---|---|
| Mano de obra | 1,22 |
| Resto de obra y materiales | 1,14 |
| **TOTAL PARTIDA** | **2,36** |

**03.04** **kg** **Acero laminado S275JR HEA 300**

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie HEA, colocado con uniones soldadas en obra.

| | |
|---|---|
| Mano de obra | 1,22 |
| Resto de obra y materiales | 1,14 |
| **TOTAL PARTIDA** | **2,36** |

**03.05** **kg** **Acero laminado S275JR HEA 400**

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie HEA, colocado con uniones soldadas en obra.

| | |
|---|---|
| Mano de obra | 1,22 |
| Resto de obra y materiales | 1,14 |
| **TOTAL PARTIDA** | **2,36** |

**03.06** **kg** **Acero laminado S275JR IPE 180**

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, colocado con uniones soldadas en obra.

| | |
|---|---|
| Mano de obra | 1,22 |
| Resto de obra y materiales | 1,14 |
| **TOTAL PARTIDA** | **2,36** |

**03.07** **kg** **Acero laminado S275JR IPE 240**

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, colocado con uniones soldadas en obra.

| | |
|---|---|
| Mano de obra | 1,22 |
| Resto de obra y materiales | 1,14 |
| **TOTAL PARTIDA** | **2,36** |

**03.08** **kg** **Acero laminado S275JR IPE 550**

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, colocado con uniones soldadas en obra.

| | |
|---|---|
| Mano de obra | 1,22 |
| Resto de obra y materiales | 1,14 |
| **TOTAL PARTIDA** | **2,36** |

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 04 FACHADAS, PARTICIONES

**04.01** **Cerramiento de la parcela**

| | |
|---|---|
| Mano de obra | 3.514,51 |
| Resto de obra y materiales | 4.266,15 |
| **TOTAL PARTIDA** | **7.780,66** |

**04.02** **Particiones interiores**

| | |
|---|---|
| Mano de obra | 15.810,47 |
| Resto de obra y materiales | 10.861,03 |
| **TOTAL PARTIDA** | **26.671,50** |

**04.03** **Fachada**

| | |
|---|---|
| Mano de obra | 20.499,16 |
| Resto de obra y materiales | 13.454,93 |
| **TOTAL PARTIDA** | **33.954,09** |

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 05 CARPINTERÍA

**05.01** **u** **Puerta chapa lisa 100x220**

Puerta de chapa lisa de 1 hoja de 100x220 cm. realizada en chapa de acero galvanizado de 1 mm. de espesor, perfiles de acero conformado en frío, herrajes de colgar y seguridad, manillas accesibles antienganche, cerradura con manilla de nylón, cerco de perfil de acero conformado en frío con garras para recibir a obra, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra. (sin incluir recibido de albañilería). Según Normativa armonizada europea o similar.

| | |
|---|---|
| Mano de obra..... | 7,68 |
| Resto de obra y materiales..... | 93,08 |
| **TOTAL PARTIDA.....** | **100,76** |

**05.02** **m²** **Ventanas abatibles pvc >2<4 m2**

Carpintería de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, en v entanas abatibles, con eje vertical, mayores a 2 m2 y menores a 4 m2 de superficie total, compuesta por cerco, hoja y herrajes bicromatados de colgar y de seguridad, totalmente instalada sobre precerco de aluminio y ajustada, incluso con p.p. de medios auxiliares. Con un valor límite de transmitancia térmica Ulim (W/m2K) para el conjunto de marco, v idrio y, en su caso, cajón de persiana, en función de la zona climática de invierno del municipio según CTE-DB-HE-1. Según Normativa armonizada europea o similar.

| | |
|---|---|
| Mano de obra..... | 6,48 |
| Resto de obra y materiales..... | 177,29 |
| **TOTAL PARTIDA.....** | **183,77** |

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 06 INSTALACIONES

### SUBCAPÍTULO 06.01 ELECTRICIDAD

**06.01.01** m **LINEA 2.5mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS)**

Línea eléctrica con conductores unipolares 3(1x2.5)mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS) desde CCM o subcuadros hasta receptores de fuerza y tomas de corriente.

| | |
|---|---|
| Mano de obra | 0,78 |
| Resto de obra y materiales | 0,48 |
| **TOTAL PARTIDA** | **1,26** |

**06.01.02** m **LINEA 4mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS)**

Línea eléctrica con conductor multipolar 4mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS) desde CCM o subcuadros hasta receptores de fuerza y tomas de corriente.

| | |
|---|---|
| Mano de obra | 0,78 |
| Resto de obra y materiales | 1,16 |
| **TOTAL PARTIDA** | **1,94** |

**06.01.03** m **LINEA 6mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS)**

Línea eléctrica con conductor multipolar 6mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS) desde CCM o subcuadros hasta receptores de fuerza y tomas de corriente.

| | |
|---|---|
| Mano de obra | 0,78 |
| Resto de obra y materiales | 1,71 |
| **TOTAL PARTIDA** | **2,49** |

**06.01.04** m **LINEA 10mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS)**

Línea eléctrica con conductor multipolar 10mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS) desde CCM o subcuadros hasta receptores de fuerza y tomas de corriente.

| | |
|---|---|
| Mano de obra | 0,78 |
| Resto de obra y materiales | 2,22 |
| **TOTAL PARTIDA** | **3,00** |

**06.01.05** m **LINEA 35mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS)**

Línea eléctrica con conductor multipolar 35 mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS) desde CCM o subcuadros hasta receptores de fuerza y tomas de corriente.

| | |
|---|---|
| Mano de obra | 0,78 |
| Resto de obra y materiales | 5,59 |
| **TOTAL PARTIDA** | **6,37** |

### SUBCAPÍTULO 06.02 ALUMBRADO

**06.02.01** u **Downlight LED 23 cm alto flujo**

Downlight DN125B D234 1x LED20S/840 de Philips o equivalente para montaje empotrado de diámetro 2300 mm, carcasa y refletor de aluminio, flujo luminoso 3.500 lm, potencia 30 W, Tª color 4000 K, rango de Tª de 10ºC a 40ºC, protección IP-20 Clase I. Incluso p.p. de canalización y cableado, completamente instalado.

| | |
|---|---|
| Mano de obra | 19,55 |
| Resto de obra y materiales | 93,97 |
| **TOTAL PARTIDA** | **113,52** |

**06.02.02** u **Lámpara downlight LED 10 cm**

Downlight DN125B D234 1x LED20S/840 de Philips o equivalente para montaje empotrado de diámetro 1000 mm, carcasa y refletor de aluminio, flujo luminoso 1.200 lm, potencia 30 W, Tª color 4000 K, rango de Tª de 10ºC a 40ºC, protección IP-20 Clase I. Incluso p.p. de canalización y cableado, completamente instalado.

| | |
|---|---|
| Mano de obra | 19,55 |
| Resto de obra y materiales | 93,97 |
| **TOTAL PARTIDA** | **113,52** |

**06.02.03** u **Pantalla LED estándar tipo lineal**

Pantalla LED de Philips o equiv alente para montaje , carcasa y refletor de aluminio, flujo luminoso 7.000 lm. potencia 50 W, Tª color 4000 K, rango de Tª de 10ºC a 40ºC, protección IP-20 Clase I. Incluso p.p. de canalización y cableado, completamente instalado.

| | |
|---|---|
| Mano de obra | 19,55 |
| Resto de obra y materiales | 93,97 |
| **TOTAL PARTIDA** | **113,52** |

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|

**06.02.04** **u** **EMERGENCIA 200 LM**

Emergencia Basic Led serie L de Luznor o equivalente, modelo LL-200-T de 200 lúmenes con funcionamiento en modo no permanente, tira de leds sin difusor interno, batería de Ni-Cd de alta temperatura y difusor transparente.

| | |
|---|---|
| Mano de obra..... | 19,55 |
| Resto de obra y materiales..... | 32,63 |
| **TOTAL PARTIDA.....** | **52,18** |

## SUBCAPÍTULO 06.03 FONTANERÍA

**06.03.01** **u** **Inodoro t.Bajo s.Normal, blanco**

Inodoro de porcelana vitrificada blanco, de tanque bajo, colocado mediante tacos y tornillos al solado, incluso sellado con silicona, y compuesto por: taza, tanque bajo con tapa y mecanismos y asiento con tapa lacados, con bisagras de acero, totalmente instalado, incluso con llave de escuadra de 1/2" cromada y latiguillo flexible de 20 cm. y de 1/2", funcionando. (El manguetón está incluido en las instalaciones de desagüe).

| | |
|---|---|
| Mano de obra..... | 26,70 |
| Resto de obra y materiales..... | 228,97 |
| **TOTAL PARTIDA.....** | **255,67** |

**06.03.02** **u** **P.Ducha porc.75x75 col.G.Mmdo.**

Plato de ducha de porcelana, de 75x75 cm., en color, con grifería mezcladora ex terior monomando, con ducha teléfono, flexible de 150 cm. y soporte articulado, cromada, incluso válvula de desagüe sifónica, con salida horizontal de 40 mm., totalmente instalada y funcionando.

| | |
|---|---|
| Mano de obra..... | 16,43 |
| Resto de obra y materiales..... | 260,96 |
| **TOTAL PARTIDA.....** | **277,39** |

**06.03.03** **u** **Red de agua fría y caliente.**

Red de agua fría y caliente con tubería de polipropileno, sin aparatos sanitarios.

| | |
|---|---|
| Mano de obra..... | 586,35 |
| Resto de obra y materiales..... | 546,26 |
| **TOTAL PARTIDA.....** | **1.132,61** |

**06.03.04** **u** **Acumulador eléctrico 80 l.**

Acumulador eléctrico de agua caliente sanitaria, de 80 l. de capacidad, calorifugado, incluso llaves de paso, ramales de unión y sistemas de fijación, totalmente instalado.

| | |
|---|---|
| Mano de obra..... | 57,59 |
| Resto de obra y materiales..... | 787,86 |
| **TOTAL PARTIDA.....** | **845,45** |

**06.03.05** **u** **Lav.56x47 s.Norm.Col.G.Monobl.**

Lavabo de porcelana vitrificada en color, de 56x47 cm., para colocar empotrado en encimera de mármol o similar (sin incluir), con grifo monobloc cromado, con rompechorros, incluso válv ula de desagüe de 32 mm., llaves de escuadra de 1/2" cromadas, y latiguillos flexibles de 20 cm. y de 1/2", totalmente instalado y funcionando.

| | |
|---|---|
| Mano de obra..... | 22,59 |
| Resto de obra y materiales..... | 164,31 |
| **TOTAL PARTIDA.....** | **186,90** |

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|

## SUBCAPÍTULO 06.04 SANEAMIENTO

**06.04.01** **PA** **Acometida general de saneamiento**

PA de Acometida General a la red de saneamiento existente, a medir en obra.

**TOTAL PARTIDA..... 650,00**

**06.04.02** **u** **Red de desagües con tubería PVC.**

Red de desagües con tubería de PVC, en edificio de control e industrial, hasta arqueta exterior, incluso excavación y relleno de zanjas, según planos.

Mano de obra..... 586,35
Resto de obra y materiales ..... 1.529,85

**TOTAL PARTIDA..... 2.116,20**

**06.04.03** **u** **Arqueta de registro 40x40cm**

Arqueta registrable troncopiramidal de dimensiones interiores 40x40 cm en la base, con marco y tapa de fundición de 45x45 cm.

Mano de obra..... 19,55
Resto de obra y materiales..... 167,93

**TOTAL PARTIDA..... 187,48**

**06.04.04** **u** **Arqueta de registro 60x60cm**

Arqueta registrable troncopiramidal de dimensiones interiores 40x40 cm en la base, con marco y tapa de fundición de 45x45 cm.

Mano de obra..... 19,55
Resto de obra y materiales..... 192,42

**TOTAL PARTIDA..... 211,97**

## SUBCAPÍTULO 06.05 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

**06.05.01** **u** **Extintor C02 5 kg. Dioxido de carbono Clase B eficacio**

Extintor co2 para riesgo eléctrico, 5 kg, dióxido de carbono clase B eficacia 113, presión cilindro 55-60 Bar/kg produciendo 520 litros de vapor de gas/kg. Muy alta eficacia y calidad. Homologado y certificado CE. Totalmente instalado, probado y funcionando.

Mano de obra..... 39,09
Resto de obra y materiales..... 378,25

**TOTAL PARTIDA..... 417,34**

**06.05.02** **u** **BIE 25mm 20m Boca de incendios equipada**

Mano de obra..... 39,09
Resto de obra y materiales..... 378,25

**TOTAL PARTIDA..... 417,34**

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 07 CUBIERTAS

**07.01** **m²** **Cubierta inclinada panel sándwich**

Panel sándwich de 30 mm de espesor, compuesto por dos chapas de acero. Entre ambas se dispone un núcleo aislante de espuma rígida de poliuretano, que garantiza un adecuado aislamiento térmico. El acabado exterior del panel será de color rojo torino.

| | |
|---|---|
| Mano de obra..... | 13,00 |
| Resto de obra y materiales..... | 49,76 |
| **TOTAL PARTIDA.....** | **62,76** |

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 08 REVESTIMIENTOS

**08.01** **m²** **Pintura Plástica lisa blanca mate**

| | |
|---|---|
| Mano de obra..... | 3,84 |
| Resto de obra y materiales..... | 2,01 |
| **TOTAL PARTIDA.....** | **5,85** |

**08.02** **m²** **Alicatado plaqueta extr.20x20 c/junta**

Alicatado con plaqueta d20x 20 cm. con junta de 1 cm., recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de miga 1/6 (mortero tipo M-5), i/p.p. de cortes, ingletes, piezas especiales, rejuntado con material cementoso según UNE-EN 13888:2009 junta blanca o color y limpieza. Según Normativa armonizada europea o similar, CTE DB-SUA-1 y NTE-RSR, con marcado CE y DdP (declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011, medido en superficie deduciendo huecos superiores a 1 m².

| | |
|---|---|
| Mano de obra..... | 15,36 |
| Resto de obra y materiales..... | 26,48 |
| **TOTAL PARTIDA.....** | **41,84** |

**08.03** **m²** **Aislamiento térmico colocado en el interior de la cámara de cerr**

Aislamiento térmico colocado en el interior de la cámara de cerramientos con paneles de poliestireno expandido (EPS) de densidad 25 Kg/m3, de superficie lisa machihembrados de 40 mm de espesor. Resistencia térmica 1,14 m²K/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK). Reacción al fuego E. Medida toda la superficie a ejecutar, incluso p.p. de medios auxiliares.

| | |
|---|---|
| Mano de obra..... | 1,53 |
| Resto de obra y materiales..... | 6,34 |
| **TOTAL PARTIDA.....** | **7,87** |

**08.04** **m²** **Enfoscado a buena vista sin maestrear, aplicado con llana, con m**

Enfoscado a buena vista sin maestrear, aplicado con llana, con mortero CSIII-W1 de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río M-5 en interior de cámaras de aire de 20 mm de espesor, i/p.p. de andamiaje (hasta 3 m de altura), según NTE-RPE y UNE-EN 998-1:2018, medido deduciendo huecos. Mortero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

| | |
|---|---|
| Mano de obra..... | 5,60 |
| Resto de obra y materiales..... | 0,54 |
| **TOTAL PARTIDA.....** | **6,14** |

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 09 SEÑALIZACIÓN Y EQUIPAMIENTO

**09.01** **u** **Sillón giratorio.**

Sillón giratorio para oficina de regulación manual en altura, con apoyo central con cinco ruedas giratorias, tapizado.

| | |
|---|---|
| Mano de obra..... | 1,86 |
| Resto de obra y materiales..... | 678,51 |
| **TOTAL PARTIDA.....** | **680,37** |

**09.02** **u** **Taquilla metálica**

Armario ropero tipo taquilla metálica de dimensiones 1800x500x 500 mm., con terminación de pintura, dotado de rejilla de ventilación en el frente, incluso cerradura con llave, bandeja interior y perchero.

| | |
|---|---|
| Mano de obra..... | 1,86 |
| Resto de obra y materiales..... | 328,71 |
| **TOTAL PARTIDA.....** | **330,57** |

**09.03** **u** **Conjunto de accesorios baño**

Conjunto de accesorios baño, acabados en acero inoxidable, compuesto por dosificador de jabón líquido de 1,2 l, dispensador de papel toalla plegado, portarrollos industrial 250/300 m, percha de pared con 2 ganchos, escobillero, cubo sanitario de 12 l. con apertura mediante pedal, papelera de 75 l. con tapa basculante y espejo de 1,00x0,60 m, incluso instalación.

| | |
|---|---|
| Mano de obra..... | 58,64 |
| Resto de obra y materiales..... | 407,91 |
| **TOTAL PARTIDA.....** | **466,55** |

**09.04** **u** **Armario archivo.**

Armario archivo de madera con dos puertas, incluso estanterías y cajones de 2x2x0,45 m.

| | |
|---|---|
| Mano de obra..... | 1,86 |
| Resto de obra y materiales..... | 689,11 |
| **TOTAL PARTIDA.....** | **690,97** |

**09.05** **u** **Mesa de despacho.**

Mesa de madera para oficina con tablero de formica de 1400 mm. de longitud y 750 mm. de ancho, con cajonera.

| | |
|---|---|
| Mano de obra..... | 3,71 |
| Resto de obra y materiales..... | 583,22 |
| **TOTAL PARTIDA.....** | **586,93** |

**09.06** **u** **Silla de confidente.**

Silla de confidente metálica a juego con sillón.

| | |
|---|---|
| Mano de obra..... | 1,86 |
| Resto de obra y materiales..... | 275,71 |
| **TOTAL PARTIDA.....** | **277,57** |

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 10 URBANIZACIÓN INTERIOR DE LA PARCELA

**10.01** **m³** **Zahorra artificial base 75% machaqueo**

Zahorra artificial machaqueo, husos ZA(20)/ZA(25)/ZA(0/32) en capas de base, con 75% de caras de fractura, puesta en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento, en capas de 20/30 cm de espesor, medido sobre perfil. Desgaste de los ángeles de los áridos <30. Árido con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011. En cumplimento con el Decreto 5/2023, de 4 de mayo,al menos el 10% en peso de la cantidad de árido de la presente partida será árido reciclado.

| | |
|---|---|
| Mano de obra..... | 0,54 |
| Maquinaria..... | 2,82 |
| Resto de obra y materiales..... | 13,80 |
| **TOTAL PARTIDA.....** | **17,16** |

**10.02** **m³** **HORMIGÓN HMF-3,5 EN PAVIMENTOS**

Pavimento de hormigón HMF-3,5 de resistencia característica a flex otracción, en espesores de 20/30 cm, incluso extendido, encofrado de borde, regleado, vibrado, curado con producto filmógeno, estriado o ranurado y p.p. de juntas. Componentes de hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

| | |
|---|---|
| Mano de obra..... | 20,65 |
| Maquinaria..... | 11,48 |
| Resto de obra y materiales..... | 102,12 |
| **TOTAL PARTIDA.....** | **134,25** |

**10.03** **m³** **Hormigón HM-20 MPa.**

Suministro y puesta en obra de hormigón en masa, vibrado, en solera y refuerzo de alcantarillas tubulares ejecutadas en zanja, a cualquier profundidad, con HM-20/P/40 (CEM-I/SR ), con árido procedente de cantera, de tamaño máximo 40 mm y consistencia plástica.

| | |
|---|---|
| Mano de obra..... | 8,65 |
| Resto de obra y materiales..... | 88,50 |
| **TOTAL PARTIDA.....** | **97,15** |

**10.04** **m** **Bordillo horm.Bicapa 12-15x28 cm**

Bordillo de hormigón bicapa, achaflanado, de 12-15x28 cm. colocado sobre solera de hormigón HM-15/P/40, de 10 cm. de espesor, i/excavación necesaria, rejuntado y limpieza.

| | |
|---|---|
| Mano de obra..... | 4,15 |
| Resto de obra y materiales..... | 7,23 |
| **TOTAL PARTIDA.....** | **11,38** |

**10.05** **m2** **Acera perimetral**

Acera perimetral hecha de ladrillo hueco doble 25x12x8 y mortero con cemento M-5.

| | |
|---|---|
| Mano de obra..... | 17,09 |
| Resto de obra y materiales..... | 11,74 |
| **TOTAL PARTIDA.....** | **28,83** |

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 11 SEGURIDAD Y SALUD

**11.01** **ud** **Seguridad y Salud**

Presupuesto de Seguridad y Salud justificado en el Anejo nº16

Resto de obra y materiales ..... 13.744,31

**TOTAL PARTIDA. ..... 13.744,31**

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 12 GESTIÓN DE RESIDUOS

**12.01** **PA** **Gestión de residuos**

Gestión en Planta de Tratamiento de residuos de tierras limpias y piedras generados en la obra, código LER 17 05 04, que no contengan sustancias peligrosas y cuando no sea posible el depósito de las tierras en vertedero, incluyendo transporte a centro de tratamiento, gestión, clasificación, tratamiento, y almacenaje, con emisión de certificado.

| | |
|---|---|
| Maquinaria..... | 4,50 |
| Resto de obra y materiales..... | 1.590,27 |
| **TOTAL PARTIDA.....** | **1.594,77** |

# PRESUPUESTO GENERAL

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO 01 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO** | | | | | | | | | |
| **01.01** | **m² Desbroce y limpieza de tierra vegetal >=1000 m2** | | | | | | | | |
| | Desbroce y limpieza de tierra vegetal para preparción de zonas de acondicionamiento y mejora de firmes en superficies>1.000 m², hasta 30 cm. de profundidad, incluso limpieza de matorral y retirada de material a los bordes o lugar de empleo. Incluye transporte a vertedero. | | | | | | | | |
| | Área parcela | 1 | 5.298,00 | | | 5.298,00 | | | |
| | | | | | | | 5.298,00 | 1,05 | 5.562,90 |
| | **TOTAL CAPÍTULO 01 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO** | | | | | | | | **5.562,90** |

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO 02 CIMENTACIÓN** | | | | | | | | | |
| **02.01** | **m³ Hormigón de limpieza HL-150/B/20 (Suministro y colocación de hor** | | | | | | | | |
| | Hormigón de limpieza HL-150/B/20 (Suministro y colocación de hormigón de limpieza HL-150/B/20, consistencia blanda, tamaño máxi-mo de árido 20 mm. Elaborado en central, incluso transporte y parte proporcional de vibrado, reglea-do, curado, colocado y medios auxiliares.) | | | | | | | | |
| | RIOSTRAS | 1 | 2,75 | | | 2,75 | | | |
| | ZAPATAS | 1 | 19,46 | | | 19,46 | | | |
| | | | | | | | 22,21 | 65,79 | 1.461,20 |
| **02.02** | **m³ Hormigón armado zapatas y vigas de atado** | | | | | | | | |
| | Hormigón HA-25/B/30/XC4+XA2 según CE, colocado mediante bomba, vibrado, y curado, emplea-do en cimientos alzado y losas totalmente terminado. | | | | | | | | |
| | ZAPATAS | 1 | 242,68 | | | 242,68 | | | |
| | RIOSTRAS | 1 | 13,95 | | | 13,95 | | | |
| | LOSA INTERIOR | 1 | 43,50 | 23,80 | 0,20 | 207,06 | | | |
| | | | | | | | 463,69 | 139,05 | 64.476,09 |
| **02.03** | **kg Acero corrugado B 500 S.** | | | | | | | | |
| | Acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes y tolerancias. | | | | | | | | |
| | ZAPATAS | 1 | 14.379,05 | | | 14.379,05 | | | |
| | RIOSTRAS | 1 | 3.214,56 | | | 3.214,56 | | | |
| | LOSA | 1 | 550,00 | | | 550,00 | | | |
| | | | | | | | 18.143,61 | 1,54 | 27.941,16 |
| **02.04** | **m² Encofrado recto cimientos y soleras.** | | | | | | | | |
| | Encofrado recto en soleras y cimentaciones, colocado a cualquier profundidad o altura, incluso clava-zón, desencofrado y limpieza, terminado. | | | | | | | | |
| | ZAPATAS | 8 | 2,40 | | 0,80 | 15,36 | | | |
| | | 56 | 3,00 | | 1,80 | 302,40 | | | |
| | | 4 | 3,00 | | 0,80 | 9,60 | | | |
| | | 20 | 3,10 | | 1,30 | 80,60 | | | |
| | RIOSTRAS | 4 | 18,40 | | 0,80 | 58,88 | | | |
| | | 4 | 5,48 | | 0,40 | 8,77 | | | |
| | | 16 | 4,88 | | 0,40 | 31,23 | | | |
| | | 4 | 4,78 | | 0,40 | 7,65 | | | |
| | | 8 | 4,68 | | 0,40 | 14,98 | | | |
| | | 8 | 5,90 | | 0,40 | 18,88 | | | |
| | | | | | | | 548,35 | 11,16 | 6.119,59 |
| | **TOTAL CAPÍTULO 02 CIMENTACIÓN** | | | | | | | | **99.998,04** |

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO 03 ESTRUCTURA** | | | | | | | | |
| 03.01 | **kg Acero laminado S275JR R 40** | | | | | | | | |
| | Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie R, colocado con uniones soldadas en obra. | | | | | | | | |
| | | 1 | 1.824,20 | | | 1.824,20 | | | |
| | | | | | | | 1.824,20 | 2,36 | 4.305,11 |
| 03.02 | **kg Acero laminado S275JR HEA 140** | | | | | | | | |
| | Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie HEA, colocado con uniones soldadas en obra. | | | | | | | | |
| | | 1 | 591,60 | | | 591,60 | | | |
| | | | | | | | 591,60 | 2,36 | 1.396,18 |
| 03.03 | **kg Acero laminado S275JR HEA 200** | | | | | | | | |
| | Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie HEA, colocado con uniones soldadas en obra. | | | | | | | | |
| | | 1 | 633,50 | | | 633,50 | | | |
| | | | | | | | 633,50 | 2,36 | 1.495,06 |
| 03.04 | **kg Acero laminado S275JR HEA 300** | | | | | | | | |
| | Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie HEA, colocado con uniones soldadas en obra. | | | | | | | | |
| | | 1 | 2.384,50 | | | 2.384,50 | | | |
| | | | | | | | 2.384,50 | 2,36 | 5.627,42 |
| 03.05 | **kg Acero laminado S275JR HEA 400** | | | | | | | | |
| | Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie HEA, colocado con uniones soldadas en obra. | | | | | | | | |
| | | 1 | 11.982,30 | | | 11.982,30 | | | |
| | | | | | | | 11.982,30 | 2,36 | 28.278,23 |
| 03.06 | **kg Acero laminado S275JR IPE 180** | | | | | | | | |
| | Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, colocado con uniones soldadas en obra. | | | | | | | | |
| | | 1 | 900,20 | | | 900,20 | | | |
| | | | | | | | 900,20 | 2,36 | 2.124,47 |
| 03.07 | **kg Acero laminado S275JR IPE 240** | | | | | | | | |
| | Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, colocado con uniones soldadas en obra. | | | | | | | | |
| | | 1 | 6.675,90 | | | 6.675,90 | | | |
| | | | | | | | 6.675,90 | 2,36 | 15.755,12 |
| 03.08 | **kg Acero laminado S275JR IPE 550** | | | | | | | | |
| | Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, colocado con uniones soldadas en obra. | | | | | | | | |
| | | 1 | 20.186,50 | | | 20.186,50 | | | |
| | | | | | | | 20.186,50 | 2,36 | 47.640,14 |
| | **TOTAL CAPÍTULO 03 ESTRUCTURA** | | | | | | | | **106.621,73** |

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO 04 FACHADAS, PARTICIONES** | | | | | | | | | |
| 04.01 | **Cerramiento de la parcela** | | | | | | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 7.780,66 | 7.780,66 |
| 04.02 | **Particiones interiores** | | | | | | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 26.671,50 | 26.671,50 |
| 04.03 | **Fachada** | | | | | | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 33.954,09 | 33.954,09 |
| | **TOTAL CAPÍTULO 04 FACHADAS, PARTICIONES** | | | | | | | | **68.406,25** |

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 05 CARPINTERÍA

**05.01** **u** **Puerta chapa lisa 100x220**

Puerta de chapa lisa de 1 hoja de 100x220 cm. realizada en chapa de acero galvanizado de 1 mm. de espesor, perfiles de acero conformado en frío, herrajes de colgar y seguridad, manillas accesibles antienganche, cerradura con manilla de nylón, cerco de perfil de acero conformado en frío con garras para recibir a obra, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra. (sin incluir recibido de albañilería). Según Normativa armonizada europea o similar.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cuarto de Limpieza | 1 | | | | 1,00 | | |
| Sala de descanso | 1 | | | | 1,00 | | |
| I + D | 1 | | | | 1,00 | | |
| Laboratorio | 1 | | | | 1,00 | | |
| Sala de reuniones | 1 | | | | 1,00 | | |
| Oficina | 2 | | | | 2,00 | | |
| Aseo hombres | 1 | | | | 1,00 | | |
| Aseo mujeres | 1 | | | | 1,00 | | |
| Almacén de moldes | 1 | | | | 1,00 | | |
| | | | | | | 10,00 | 100,76 | 1.007,60 |

**05.02** **m²** **Ventanas abatibles pvc >2<4 m2**

Carpintería de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, en ventanas abatibles, con eje vertical, mayores a 2 m2 y menores a 4 m2 de superficie total, compuesta por cerco, hoja y herrajes bicromatados de colgar y de seguridad, totalmente instalada sobre precerco de aluminio y ajustada, incluso con p.p. de medios auxiliares. Con un valor límite de transmitancia térmica Ulim (W/m2K) para el conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana, en función de la zona climática de invierno del municipio según CTE-DB-HE-1. Según Normativa armonizada europea o similar.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ventanas | 10 | 0,98 | 1,60 | | 15,68 | | |
| | | | | | | 15,68 | 183,77 | 2.881,51 |

**TOTAL CAPÍTULO 05 CARPINTERÍA..... 3.889,11**

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 06 INSTALACIONES

### SUBCAPÍTULO 06.01 ELECTRICIDAD

**06.01.01** m **LINEA 2.5mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS)**

Línea eléctrica con conductores unipolares 3(1x2.5)mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS) desde CCM o subcuadros hasta receptores de fuerza y tomas de corriente.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.051,000 | | | 1.051,000 | | |
| | | | | | 1.051,00 | 1,26 | 1.324,26 |

**06.01.02** m **LINEA 4mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS)**

Línea eléctrica con conductor multipolar 4mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS) desde CCM o subcuadros hasta receptores de fuerza y tomas de corriente.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 48,000 | | | 48,000 | | |
| | | | | | 48,00 | 1,94 | 93,12 |

**06.01.03** m **LINEA 6mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS)**

Línea eléctrica con conductor multipolar 6mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS) desde CCM o subcuadros hasta receptores de fuerza y tomas de corriente.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 75,00 | | | 75,00 | | |
| | | | | | 75,00 | 2,49 | 186,75 |

**06.01.04** m **LINEA 10mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS)**

Línea eléctrica con conductor multipolar 10mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS) desde CCM o subcuadros hasta receptores de fuerza y tomas de corriente.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 206,00 | | | 206,00 | | |
| | | | | | 206,00 | 3,00 | 618,00 |

**06.01.05** m **LINEA 35mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS)**

Línea eléctrica con conductor multipolar 35 mm2 Cu 0.6/1kV RZ1-K (AS) desde CCM o subcuadros hasta receptores de fuerza y tomas de corriente.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 38,00 | | | 38,00 | | |
| | | | | | 38,00 | 6,37 | 242,06 |

**TOTAL SUBCAPÍTULO 06.01 ELECTRICIDAD ..... 2.464,19**

### SUBCAPÍTULO 06.02 ALUMBRADO

**06.02.01** u **Downlight LED 23 cm alto flujo**

Downlight DN125B D234 1x LED20S/840 de Philips o equivalente para montaje empotrado de diámetro 2300 mm, carcasa y refletor de aluminio, flujo luminoso 3.500 lm, potencia 30 W, Tª color 4000 K, rango de Tª de 10ºC a 40ºC, protección IP-20 Clase I. Incluso p.p. de canalización y cableado, completamente instalado.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 13 | | | | 13,000 | | |
| | | | | | 13,00 | 113,52 | 1.475,76 |

**06.02.02** u **Lámpara downlight LED 10 cm**

Downlight DN125B D234 1x LED20S/840 de Philips o equivalente para montaje empotrado de diámetro 1000 mm, carcasa y refletor de aluminio, flujo luminoso 1.200 lm, potencia 30 W, Tª color 4000 K, rango de Tª de 10ºC a 40ºC, protección IP-20 Clase I. Incluso p.p. de canalización y cableado, completamente instalado.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 44 | | | | 44,00 | | |
| | | | | | 44,00 | 113,52 | 4.994,88 |

**06.02.03** u **Pantalla LED estándar tipo lineal**

Pantalla LED de Philips o equivalente para montaje , carcasa y refletor de aluminio, flujo luminoso 7.000 lm. potencia 50 W, Tª color 4000 K, rango de Tª de 10ºC a 40ºC, protección IP-20 Clase I. Incluso p.p. de canalización y cableado, completamente instalado.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 79 | | | | 79,00 | | |
| | | | | | 79,00 | 113,52 | 8.968,08 |

**06.02.04** u **EMERGENCIA 200 LM**

Emergencia Basic Led serie L de Luznor o equivalente, modelo LL-200-T de 200 lúmenes con funcionamiento en modo no permanente, tira de leds sin difusor interno, batería de Ni-Cd de alta temperatura y difusor transparente.

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 20 | | | | 20,000 | | | |
| | | | | | | | 20,00 | 52,18 | 1.043,60 |
| | **TOTAL SUBCAPÍTULO 06.02 ALUMBRADO** | | | | | | | | **16.482,32** |
| | **SUBCAPÍTULO 06.03 FONTANERÍA** | | | | | | | | |
| **06.03.01** | **u Inodoro t.Bajo s.Normal, blanco** | | | | | | | | |
| | Inodoro de porcelana vitrificada blanco, de tanque bajo, colocado mediante tacos y tornillos al solado, incluso sellado con silicona, y compuesto por: taza, tanque bajo con tapa y mecanismos y asiento con tapa lacados, con bisagras de acero, totalmente instalado, incluso con llave de escuadra de 1/2" cromada y latiguillo flexible de 20 cm. y de 1/2", funcionando. (El manguetón está incluido en las instalaciones de desagüe). | | | | | | | | |
| | | 5 | | | | 5,00 | | | |
| | | | | | | | 5,00 | 255,67 | 1.278,35 |
| **06.03.02** | **u P.Ducha porc.75x75 col.G.Mmdo.** | | | | | | | | |
| | Plato de ducha de porcelana, de 75x75 cm., en color, con grifería mezcladora exterior monomando, con ducha teléfono, flex ible de 150 cm. y soporte articulado, cromada, incluso válvula de desagüe sifónica, con salida horizontal de 40 mm., totalmente instalada y funcionando. | | | | | | | | |
| | | 4 | | | | 4,00 | | | |
| | | | | | | | 4,00 | 277,39 | 1.109,56 |
| **06.03.03** | **u Red de agua fría y caliente.** | | | | | | | | |
| | Red de agua fría y caliente con tubería de polipropileno, sin aparatos sanitarios. | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 1.132,61 | 1.132,61 |
| **06.03.04** | **u Acumulador eléctrico 80 l.** | | | | | | | | |
| | Acumulador eléctrico de agua caliente sanitaria, de 80 l. de capacidad, calorifugado, incluso llaves de paso, ramales de unión y sistemas de fijación, totalmente instalado. | | | | | | | | |
| | | 2 | | | | 2,00 | | | |
| | | | | | | | 2,00 | 845,45 | 1.690,90 |
| **06.03.05** | **u Lav.56x47 s.Norm.Col.G.Monobl.** | | | | | | | | |
| | Lavabo de porcelana v itrificada en color, de 56x 47 cm., para colocar empotrado en encimera de mármol o similar (sin incluir), con grifo monobloc cromado, con rompechorros, incluso válv ula de desagüe de 32 mm., llaves de escuadra de 1/2" cromadas, y latiguillos flex ibles de 20 cm. y de 1/2", totalmente instalado y funcionando. | | | | | | | | |
| | | 4 | | | | 4,00 | | | |
| | | | | | | | 4,00 | 186,90 | 747,60 |
| | **TOTAL SUBCAPÍTULO 06.03 FONTANERÍA** | | | | | | | | **5.959,02** |

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **SUBCAPÍTULO 06.04 SANEAMIENTO** | | | | | | | | |
| **06.04.01** | **PA Acometida general de saneamiento** | | | | | | | | |
| | PA de Acometida General a la red de saneamiento existente, a medir en obra. | | | | | | | | |
| | | | | | | 1 | | | |
| | | | | | | 1,00 | 1,00 | 650,00 | 650,00 |
| **06.04.02** | **u Red de desagües con tubería PVC.** | | | | | | | | |
| | Red de desagües con tubería de PVC, en edificio de control e industrial, hasta arqueta exterior, incluso excavación y relleno de zanjas, según planos. | | | | | | | | |
| | | | | | | 1 | | | |
| | | | | | | 1,00 | 1,00 | 2.116,20 | 2.116,20 |
| **06.04.03** | **u Arqueta de registro 40x40cm** | | | | | | | | |
| | Arqueta registrable troncopiramidal de dimensiones interiores 40x40 cm en la base, con marco y tapa de fundición de 45x45 cm. | | | | | | | | |
| | | | | | | 8 | | | |
| | | | | | | 8,000 | 8,00 | 187,48 | 1.499,84 |
| **06.04.04** | **u Arqueta de registro 60x60cm** | | | | | | | | |
| | Arqueta registrable troncopiramidal de dimensiones interiores 40x40 cm en la base, con marco y tapa de fundición de 45x45 cm. | | | | | | | | |
| | | | | | | 8 | | | |
| | | | | | | 8,000 | 8,00 | 211,97 | 1.695,76 |
| | **TOTAL SUBCAPÍTULO 06.04 SANEAMIENTO** | | | | | | | | **5.961,80** |
| | **SUBCAPÍTULO 06.05 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS** | | | | | | | | |
| **06.05.01** | **u Extintor C02 5 kg. Dioxido de carbono Clase B eficacio** | | | | | | | | |
| | Extintor co2 para riesgo eléctrico, 5 kg, dióxido de carbono clase B eficacia 113, presión cilindro 55-60 Bar/kg produciendo 520 litros de vapor de gas/kg. Muy alta eficacia y calidad. Homologado y certificado CE. Totalmente instalado, probado y funcionando. | | | | | | | | |
| | | | | | | 10 | | | |
| | | | | | | 10,000 | 10,00 | 417,34 | 4.173,40 |
| **06.05.02** | **u BIE 25mm 20m Boca de incendios equipada** | | | | | | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 417,34 | 417,34 |
| | **TOTAL SUBCAPÍTULO 06.05 PROTECCIÓN CONTRA** | | | | | | | | **4.590,74** |
| | **TOTAL CAPÍTULO 06 INSTALACIONES** | | | | | | | | **35.458,07** |

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 07 CUBIERTAS

**07.01** **m² Cubierta inclinada panel sándwich**

Panel sándwich de 30 mm de espesor, compuesto por dos chapas de acero. Entre ambas se dispone un núcleo aislante de espuma rígida de poliuretano, que garantiza un adecuado aislamiento térmico. El acabado exterior del panel será de color rojo torino.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cubierta | 1 | 43,50 | 23,80 | | 1.035,30 | | |
| | | | | | | 1.035,30 | 62,76 | 64.975,43 |

**TOTAL CAPÍTULO 07 CUBIERTAS ..... 64.975,43**

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 08 REVESTIMIENTOS

**08.01** **m² Pintura Plástica lisa blanca mate**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Oficina | 1 | 9,43 | 3,00 | 28,29 | | | | |
| | -2 | 1,00 | 2,20 | -4,40 | | | | |
| Sala de reuniones | 1 | 7,85 | 3,00 | 23,55 | | | | |
| | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | | | |
| Laboratorio | 1 | 9,00 | 3,00 | 27,00 | | | | |
| | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | | | |
| Sala de descanso | 1 | 9,25 | 3,00 | 27,75 | | | | |
| | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | | | |
| I+D | 1 | 8,25 | 3,00 | 24,75 | | | | |
| | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | | | |
| Cuarto limpieza | 1 | 2,70 | 3,00 | 8,10 | | | | |
| | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | | | |
| Almacén MP | 1 | 20,80 | 6,75 | 140,40 | | | | |
| | -1 | 1,80 | 2,20 | -3,96 | | | | |
| Almacén PT | 1 | 11,30 | 6,75 | 76,28 | | | | |
| | -1 | 1,80 | 2,20 | -3,96 | | | | |
| Sala caliente prod | 1 | 30,00 | 6,75 | 202,50 | | | | |
| | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | | | |
| | -1 | 1,80 | 2,20 | -3,96 | | | | |
| Sala fría prod | 1 | 13,17 | 6,75 | 88,90 | | | | |
| | -2 | 1,80 | 2,20 | -7,92 | | | | |
| Sala lav amoldes | 1 | 7,50 | 6,75 | 50,63 | | | | |
| | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | | | |
| Almacén general | 1 | 19,70 | 6,75 | 132,98 | | | | |
| Almacén de moldes | 1 | 9,20 | 6,75 | 62,10 | | | | |
| | | | | | | | 853,63 | 5,85 | 4.993,74 |

**08.02** **m² Alicatado plaqueta extr.20x20 c/junta**

Alicatado con plaqueta d20x20 cm. con junta de 1 cm., recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de miga 1/6 (mortero tipo M-5), i/p.p. de cortes, ingletes, piezas especiales, rejuntado con material cementoso según UNE-EN 13888:2009 junta blanca o color y limpieza. Según Normativ a armonizada europea o similar, CTE DB-SUA-1 y NTE-RSR, con marcado CE y DdP (declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011, medido en superficie deduciendo huecos superiores a 1 m².

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Aseo masculino | 1 | 12,65 | 3,00 | 37,95 | | | | |
| | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | | | |
| Aseo femenino | 1 | 12,65 | 3,00 | 37,95 | | | | |
| | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | | | |
| | | | | | | | 71,50 | 41,84 | 2.991,56 |

**08.03** **m² Aislamiento térmico colocado en el interior de la cámara de cerr**

Aislamiento térmico colocado en el interior de la cámara de cerramientos con paneles de poliestireno expandido (EPS) de densidad 25 Kg/m3, de superficie lisa machihembrados de 40 mm de espesor. Resistencia térmica 1,14 m²K/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK). Reacción al fuego E. Medida toda la superficie a ejecutar, incluso p.p. de medios auxiliares.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Oficina | 1 | 9,43 | 3,00 | 28,29 | | | | |
| | -2 | 1,00 | 2,20 | -4,40 | | | | |
| Sala de reuniones | 1 | 7,85 | 3,00 | 23,55 | | | | |
| | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | | | |
| Laboratorio | 1 | 9,00 | 3,00 | 27,00 | | | | |
| | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | | | |
| Sala de descanso | 1 | 9,25 | 3,00 | 27,75 | | | | |
| | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | | | |
| I+D | 1 | 8,25 | 3,00 | 24,75 | | | | |
| | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | | | |
| Cuarto limpieza | 1 | 2,70 | 3,00 | 8,10 | | | | |
| | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | | | |
| Aseo masculino | 1 | 12,65 | 3,00 | 37,95 | | | | |
| | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | | | |
| Aseo femenino | 1 | 12,65 | 3,00 | 37,95 | | | | |

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | | | |
| | Almacén MP | 1 | 20,80 | 6,75 | 140,40 | | | | |
| | | -1 | 1,80 | 2,20 | -3,96 | | | | |
| | Almacén PT | 1 | 11,30 | 6,75 | 76,28 | | | | |
| | | -1 | 1,80 | 2,20 | -3,96 | | | | |
| | Sala caliente prod | 1 | 30,00 | 6,75 | 202,50 | | | | |
| | | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | | | |
| | | -1 | 1,80 | 2,20 | -3,96 | | | | |
| | Sala fría prod | 1 | 13,17 | 6,75 | 88,90 | | | | |
| | | -2 | 1,80 | 2,20 | -7,92 | | | | |
| | Sala lav amoldes | 1 | 7,50 | 6,75 | 50,63 | | | | |
| | | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | | | |
| | Almacén general | 1 | 19,70 | 6,75 | 132,98 | | | | |
| | Almacén de moldes | 1 | 9,20 | 6,75 | 62,10 | | | | |
| | | | | | | | 925,13 | 7,87 | 7.280,77 |

**08.04** **m² Enfoscado a buena vista sin maestrear, aplicado con llana, con m**

Enfoscado a buena vista sin maestrear, aplicado con llana, con mortero CSIII-W1 de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río M-5 en interior de cámaras de aire de 20 mm de espesor, i/p.p. de andamiaje (hasta 3 m de altura), según NTE-RPE y UNE-EN 998-1:2018, medido deduciendo huecos. Mortero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Oficina | 1 | 9,43 | 3,00 | 28,29 | | | | |
| | | -2 | 1,00 | 2,20 | -4,40 | | | | |
| | Sala de reuniones | 1 | 7,85 | 3,00 | 23,55 | | | | |
| | | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | | | |
| | Laboratorio | 1 | 9,00 | 3,00 | 27,00 | | | | |
| | | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | | | |
| | Sala de descanso | 1 | 9,25 | 3,00 | 27,75 | | | | |
| | | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | | | |
| | I+D | 1 | 8,25 | 3,00 | 24,75 | | | | |
| | | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | | | |
| | Cuarto limpieza | 1 | 2,70 | 3,00 | 8,10 | | | | |
| | | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | | | |
| | Aseo masculino | 1 | 12,65 | 3,00 | 37,95 | | | | |
| | | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | | | |
| | Aseo femenino | 1 | 12,65 | 3,00 | 37,95 | | | | |
| | | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | | | |
| | Almacén MP | 1 | 20,80 | 6,75 | 140,40 | | | | |
| | | -1 | 1,80 | 2,20 | -3,96 | | | | |
| | Almacén PT | 1 | 11,30 | 6,75 | 76,28 | | | | |
| | | -1 | 1,80 | 2,20 | -3,96 | | | | |
| | Sala caliente prod | 1 | 30,00 | 6,75 | 202,50 | | | | |
| | | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | | | |
| | | -1 | 1,80 | 2,20 | -3,96 | | | | |
| | Sala fría prod | 1 | 13,17 | 6,75 | 88,90 | | | | |
| | | -2 | 1,80 | 2,20 | -7,92 | | | | |
| | Sala lav amoldes | 1 | 7,50 | 6,75 | 50,63 | | | | |
| | | -1 | 1,00 | 2,20 | -2,20 | | | | |
| | Almacén general | 1 | 19,70 | 6,75 | 132,98 | | | | |
| | Almacén de moldes | 1 | 9,20 | 6,75 | 62,10 | | | | |
| | | | | | | | 925,13 | 6,14 | 5.680,30 |

**TOTAL CAPÍTULO 08 REVESTIMIENTOS ..... 20.946,37**

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO 09 SEÑALIZACIÓN Y EQUIPAMIENTO** | | | | | | | | |
| 09.01 | **u Sillón giratorio.** | | | | | | | | |
| | Sillón giratorio para oficina de regulación manual en altura, con apoyo central con cinco ruedas giratorias, tapizado. | | | | | | | | |
| | | 2 | | | | 2,00 | | | |
| | | | | | | | 2,00 | 680,37 | 1.360,74 |
| 09.02 | **u Taquilla metálica** | | | | | | | | |
| | Armario ropero tipo taquilla metálica de dimensiones 1800x500x500 mm., con terminación de pintura, dotado de rejilla de ventilación en el frente, incluso cerradura con llave, bandeja interior y perchero. | | | | | | | | |
| | | 4 | | | | 4,00 | | | |
| | | | | | | | 4,00 | 330,57 | 1.322,28 |
| 09.03 | **u Conjunto de accesorios baño** | | | | | | | | |
| | Conjunto de accesorios baño, acabados en acero inoxidable, compuesto por dosificador de jabón líquido de 1,2 l, dispensador de papel toalla plegado, portarrollos industrial 250/300 m, percha de pared con 2 ganchos, escobillero, cubo sanitario de 12 l. con apertura mediante pedal, papelera de 75 l. con tapa basculante y espejo de 1,00x0,60 m, incluso instalación. | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 466,55 | 466,55 |
| 09.04 | **u Armario archivo.** | | | | | | | | |
| | Armario archivo de madera con dos puertas, incluso estanterías y cajones de 2x2x0,45 m. | | | | | | | | |
| | | 2 | | | | 2,00 | | | |
| | | | | | | | 2,00 | 690,97 | 1.381,94 |
| 09.05 | **u Mesa de despacho.** | | | | | | | | |
| | Mesa de madera para oficina con tablero de formica de 1400 mm. de longitud y 750 mm. de ancho, con cajonera. | | | | | | | | |
| | | 2 | | | | 2,00 | | | |
| | | | | | | | 2,00 | 586,93 | 1.173,86 |
| 09.06 | **u Silla de confidente.** | | | | | | | | |
| | Silla de confidente metálica a juego con sillón. | | | | | | | | |
| | | 10 | | | | 10,00 | | | |
| | | | | | | | 10,00 | 277,57 | 2.775,70 |
| | **TOTAL CAPÍTULO 09 SEÑALIZACIÓN Y EQUIPAMIENTO** | | | | | | | | **8.481,07** |

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 10 URBANIZACIÓN INTERIOR DE LA PARCELA

**10.01** **m³ Zahorra artificial base 75% machaqueo**

Zahorra artificial machaqueo, husos ZA(20)/ZA(25)/ZA(0/32) en capas de base, con 75% de caras de fractura, puesta en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento, en capas de 20/30 cm de espesor, medido sobre perfil. Desgaste de los ángeles de los áridos <30. Árido con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011. En cumplimento con el Decreto 5/2023, de 4 de mayo,al menos el 10% en peso de la cantidad de árido de la presente partida será árido reciclado.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 4.262,00 | | 0,20 | 852,40 | |
| | | | | | 852,40 | 17,16 | 14.627,18 |

**10.02** **m³ HORMIGÓN HMF-3,5 EN PAVIMENTOS**

Pavimento de hormigón HMF-3,5 de resistencia característica a flexotracción, en espesores de 20/30 cm, incluso extendido, encofrado de borde, regleado, v ibrado, curado con producto filmógeno, estriado o ranurado y p.p. de juntas. Componentes de hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 4.262,00 | | 0,20 | 852,40 | |
| | | | | | 852,40 | 134,25 | 114.434,70 |

**10.03** **m³ Hormigón HM-20 MPa.**

Suministro y puesta en obra de hormigón en masa, v ibrado, en solera y refuerzo de alcantarillas tubulares ejecutadas en zanja, a cualquier profundidad, con HM-20/P/40 (CEM-I/SR ), con árido procedente de cantera, de tamaño máximo 40 mm y consistencia plástica.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Acera | 1 | 4.262,00 | | 0,20 | 852,40 | |
| | | | | | 852,40 | 97,15 | 82.810,66 |

**10.04** **m Bordillo horm.Bicapa 12-15x28 cm**

Bordillo de hormigón bicapa, achaflanado, de 12-15x 28 cm. colocado sobre solera de hormigón HM-15/P/40, de 10 cm. de espesor, i/excavación necesaria, rejuntado y limpieza.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 60,00 | | | 60,00 | |
| | | | | | 60,00 | 11,38 | 682,80 |

**10.05** **m2 Acera perimetral**

Acera perimetral hecha de ladrillo hueco doble 25x12x8 y mortero con cemento M-5.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 140,00 | | | 140,00 | |
| | | | | | 140,00 | 28,83 | 4.036,20 |

**TOTAL CAPÍTULO 10 URBANIZACIÓN INTERIOR DE LA PARCELA.....216.591,54**

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAPÍTULO 11 SEGURIDAD Y SALUD** | | | | | | | | | |
| **11.01** | **ud Seguridad y Salud** | | | | | | | | |
| | Presupuesto de Seguridad y Salud justificado en el Anejo nº16 | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 13.744,31 | 13.744,31 |
| | **TOTAL CAPÍTULO 11 SEGURIDAD Y SALUD** ..... | | | | | | | | **13.744,31** |

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

## CAPÍTULO 12 GESTIÓN DE RESIDUOS

**12.01** **PA Gestión de residuos**

Gestión en Planta de Tratamiento de residuos de tierras limpias y piedras generados en la obra, código LER 17 05 04, que no contengan sustancias peligrosas y cuando no sea posible el depósito de las tierras en vertedero, incluyendo transporte a centro de tratamiento, gestión, clasificación, tratamiento, y almacenaje, con emisión de certificado.

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 1 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | | |
| | | | | | | | 1,00 | 1.594,77 | 1.594,77 |

**TOTAL CAPÍTULO 12 GESTIÓN DE RESIDUOS ..... 1.594,77**

**TOTAL..... 646.269,59**

# PRESUPUESTO DE MAQUINARIA DEL PROCESO

Miguel Tazo Castrillo
Universidad de Valladolid (Campus de Palencia) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Grado en Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO 13 MAQUINARIA** | | | | | | | | |
| **13.01** | **Mezcladora de rellenos** | u | | | | | | | |
| | Mezcladora capacidad de producción de 250 kg/h y una potencia de 0,6 kW. Sus dimensiones son: 1,50x1,50x1,30 m. | | | | | | | | |
| | | | | | | 2 | 2,00 | | |
| | | | | | | | 2,00 | 2.117,88 | 4.235,76 |
| **13.02** | **Mezcladora de chocolate** | u | | | | | | | |
| | mezcladora con capacidad de 2500 kg por lote. Con una potencia de 18 kW. Tiene unas dimensiones de 2,51x1,70x2,20 m | | | | | | | | |
| | | | | | | 1 | 1,00 | | |
| | | | | | | | 1,00 | 3.848,50 | 3.848,50 |
| **13.03** | **Prerrefinadora** | u | | | | | | | |
| | Refinadora de 2 cilindros, que reducirá la granulometría hasta 150 µm. La capacidad de producción es de 2500 kg/h y sus dimensiones son de 2,00x1,85x2,20 m. | | | | | | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 7.553,21 | 7.553,21 |
| **13.04** | **Refinadora** | u | | | | | | | |
| | Refinadora de cinco cilindroscapaz de dejar una granulometría de entre 15 y 35 µm, con una capacidad de producción de 2500 kg/h. La máquina cuenta con una potencia de 15kW y unas dimensiones de 2,75x1,40x2,30 m. | | | | | | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 8.538,16 | 8.538,16 |
| **13.05** | **Conchadora** | u | | | | | | | |
| | Concha de un solo eje. Al aplicar una ex celente aireación en la pasta de chocolate se eliminan los sabores que no se desean y se consigue obtener el sabor a chocolate deseado. Tiene una capacidad de producción de 2500 kg/h y cuenta con una potencia de 20kW. Sus dimensiones son de 4,50x2,10x3,45 m. | | | | | | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 23.780,61 | 23.780,61 |
| **13.06** | **Atemperador** | u | | | | | | | |
| | atemperadora con una capacidad de producción de 500kg/h. Alimentación en continuo. Su potencia es de 4,5 kW. Sus dimensiones son: 0,77x1,32x1,58 m. | | | | | | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 46.640,00 | 46.640,00 |
| **13.07** | **Tanque fijo** | u | | | | | | | |
| | Tanques fijos de 1000 kg de capacidad Sus dimensiones son: 0,80x0,80x1,95 m. | | | | | | | | |
| | | | | | | | 6,00 | 991,91 | 5.951,46 |
| **13.08** | **Tanque móvil** | u | | | | | | | |
| | Tanques móviles de 250 l isotérmicos. Sus dimensiones son: 0,50x0,50x1,30 m | | | | | | | | |
| | | | | | | | 6,00 | 466,28 | 2.797,68 |
| **13.09** | **Moldeadora-dosificadora** | u | | | | | | | |
| | Máquina con capacidad de producción de 500 kg/h y una potencia de 3,5 kW. Dispone de 9 boquillas dispensadoras, las cuales son capaces de inyectar el relleno y la cobertura al mismo tiempo. Es necesario conectar la máquina a un compresor. Sus dimensiones son: 1,67x0,92x1,55 m. | | | | | | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 42.153,95 | 42.153,95 |
| **13.10** | **Túnel de enfriamiento vertical** | u | | | | | | | |
| | El túnel de enfriamiento vertical es capaz de enfriar 500 kg de bombones por hora, con una temperatura ambiental óptima de 20-25 grados centígrados. Sus dimensiones son: 2,70x2,32x2,15 m. | | | | | | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 38.291,71 | 38.291,71 |
| **13.11** | **Cinta vibratoria autónoma** | u | | | | | | | |
| | Cinta transportadora que permite igualar el nivel de chocolate en el molde de salida garantizando un flujo continuo de moldes, sin generar colas, incluso a alta velocidad. Es necesario conectar la máquina a un compresor. Tiene una potencia de 1 kW. Sus dimensiones son: 1,12x0,60x1,15 m. | | | | | | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 4.770,00 | 4.770,00 |

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 13.12 | **u Desmoldadora** | | | | | | | | |
| | La desmoldadora transportará los bombones hacia la envasadora. Es necesario conectar la máquina a un compresor. La potencia es de 1,5 kW. Sus dimensiones son: 1,90x1,05x1,32 m. | | | | | | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 12.592,08 | 12.592,08 |
| 13.13 | **u Envasadora** | | | | | | | | |
| | Envasadora capaz de envolver 10.000 bombones por hora. Tiene una potencia de 2 kW. Sus dimensiones son: 2,50x0,72x1,80 m. | | | | | | | | |
| | | | | | | | 3,00 | 6.464,24 | 19.392,72 |
| 13.14 | **u Lavamoldes** | | | | | | | | |
| | La máquina lava moldes encargada de lavar y secar los moldes. Tiene una potencia de 41 kW. Sus dimensiones son: 2,12x6,00x2,75 m. | | | | | | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 22.117,38 | 22.117,38 |
| 13.15 | **u Compresor** | | | | | | | | |
| | Compresor con flujo volumétrico hasta 570 l/min y una potencia nominal del motor de 3,1 kW. | | | | | | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 2.603,96 | 2.603,96 |
| 13.16 | **u Carretilla** | | | | | | | | |
| | La Carretilla Elevadora es una máquina de manipulación de materiales de alto rendimiento que combina potencia y eficiencia. Equipada con un motor diésel confiable y una capacidad de carga de 1600 kg, esta carretilla elevadora es ideal para aplicaciones industriales y de almacén que requieren un manejo seguro y eficaz de cargas pesadas. Su diseño compacto y maniobrabilidad mejorada permiten un fácil acceso a espacios estrechos y la capacidad de realizar giros precisos. | | | | | | | | |
| | | | | | | | 2,00 | 12.863,92 | 25.727,84 |
| | **TOTAL CAPÍTULO 13 MAQUINARIA** | | | | | | | | **270.995,02** |
| | **TOTAL** | | | | | | | | **270.995,02** |

# RESUMEN DEL PRESUPUESTO

# RESUMEN DE PRESUPUESTO

| CAPITULO | RESUMEN | EUROS |
|---|---|---|
| 01 | ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO | 5.562,90 |
| 02 | CIMENTACIÓN | 99.998,04 |
| 03 | ESTRUCTURA | 106.621,73 |
| 04 | FACHADAS, PARTICIONES | 68.406,25 |
| 05 | CARPINTERÍA | 3.889,11 |
| 06 | INSTALACIONES | 35.458,07 |
| 07 | CUBIERTAS | 64.975,43 |
| 08 | REVESTIMIENTOS | 20.946,37 |
| 09 | SEÑALIZACIÓN Y EQUIPAMIENTO | 8.481,07 |
| 10 | URBANIZACIÓN INTERIOR DE LA PARCELA | 216.591,54 |
| 11 | SEGURIDAD Y SALUD | 13.744,31 |
| 12 | GESTIÓN DE RESIDUOS | 1.594,77 |

**TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL** **646.269,59**

13,00 % Gastos generales ..... 84.015,05
6,00 % Beneficio industrial ..... 38.776,18

SUMA DE G.G. y B.I... 122.791,23
21,00 % I.V.A..DE LA SUMA 161.502,77

**PRESUPUESTO EJECUCIÓN POR CONTRATA** **930.563,59**

MAQUINARIA ..... 270.995,02

21,00 % I.V.A ..... 56.908,95

**TOTAL MAQUINARIA** **327.903,97**

| | | |
|---|---|---|
| Honorarios Redacción Proyecto 2,00% s/ P.E.M.+ maquinaria sin IVA | ..... | 18.345,29 |
| Honorarios Dirección de Obra 2,00% s/ P.E.M. .+ maquinaria sin IVA | ..... | 18.345,29 |
| Honorarios Redacción del Estudio de Seguridad y Salud 1,00% s/ P.E.M. | ..... | 6.462,70 |
| Honorarios Coordinación del Estudio de Seguridad y Salud | 1,00% s/ P.E.M. ..... | 6.462,70 |

SUMA HONORARIOS 49.615,98
I.V.A. 21,00% SUMA HONORARIOS 10.419,36

**TOTAL HONORARIOS** **60.035,34**

**PRESUPUESTO TOTAL PARA CONOCIMIENTO DEL PROMOTOR** **1.318.502,90**

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de UN MILLÓN TRESCIENTOS DIECIOCHO MIL QUINIENTOS DOS EUROS CON NOVENTA CÉNTIMOS

Palencia , a .Septiembre 2025

**Fdo: Miguel Tazo Castrillo**