



---

**Universidad de Valladolid**  
**Campus de Palencia**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

**Ingeniero Técnico Agrícola**  
**Especialidad en Explotaciones Agropecuarias**

**Proyecto de planta de compostaje para granja  
de conejos en Valverde de Campos  
(Valladolid)**

**Alumno: Diego Conde Cid**

**Tutora: Mercedes Sánchez Báscones**  
**Cotutor: Andrés Martínez Rodríguez**

**Julio de 2020**

Copia para el tutor/a

# **DOCUMENTO 1: MEMORIA**



## ÍNDICE MEMORIA

<b>1. OBJETO DEL PROYECTO</b>	<b>1</b>
<b>2. AGENTES</b>	<b>1</b>
<b>3. EMPLAZAMIENTO</b>	<b>1</b>
<b>4. ANTECEDENTES</b>	<b>2</b>
<b>5. BASES DEL PROYECTO</b>	<b>4</b>
5.1. Situación actual	4
5.2. Condicionantes	6
<b>6. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA</b>	<b>9</b>
6.1. Identificación de las alternativas	9
6.2. Alternativa adoptada	11
<b>7. INGENIERÍA DEL PROYECTO</b>	<b>12</b>
7.1. Ingeniería del proceso	12
7.2. Ingeniería de las obras	24
<b>8. CUMPLIMIENTO DEL CÓDIGO BÁSICO DE EDIFICACIÓN</b>	<b>32</b>
8.1. DE SE Seguridad Estructural	32
8.2. DB SI Seguridad en caso de Incendios	32
8.3. DB HS Salubridad	32
8.4. DB HR Protección frente al Ruido	32
<b>9. PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS</b>	<b>33</b>
<b>10. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	<b>33</b>
<b>11. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>33</b>

<b>12. ESTUDIO ECONÓMICO</b>	<b>34</b>
<b>13. RESUMEN DEL PRESUPUESTO</b>	<b>36</b>

---

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Precios de venta (€/t) de los productos obtenidos en la explotación</i>	<i>6</i>
<i>Tabla 2: Cuadro resumen de alternativas I</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 3: Cuadro resumen de alternativas II</i>	<i>11</i>
<i>Tabla 4: Cálculo de mezcla a compostar semanalmente</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 5: Tabla resumen de condiciones ideales para el proceso de compostaje y vermicompostaje</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 6: Producciones estimadas anualmente (entre paréntesis el nº de sacos)</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 7: Características de equipos de la explotación</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 8: Tabla resumen de necesidades de energía eléctrica</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 9: Tabla resumen de resultados del Estudio Económico</i>	<i>35</i>

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<i>Imagen 1: Ciclo circular del proceso de compostaje en la granja de conejos</i>	<i>3</i>
<i>Imagen 2: Diagrama de flujo del proceso productivo</i>	<i>18</i>
<i>Imagen 3: Disposición general de la planta de compostaje</i>	<i>24</i>

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

*Gráfico 1: Temperaturas mensuales para la estación de Medina de Rioseco (Ta = Temperatura máxima absoluta, tm = Temperatura media mensual, ta = Temperatura mínima absoluta* \_\_\_\_\_ 8

## 1. OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene como objetivo el diseño de una planta de compostaje y vermicompostaje en la que se gestionarán los residuos de la granja de conejos Potosí S.A., consistentes en estiércol cunícola y la yacija de los mismos, empleando como material estructurante paja, procedente del exterior de la explotación.

El proceso que se desarrolla abarca desde la adquisición de materias primas, siguiendo por el acondicionamiento, fermentación, maduración o vermicompostaje y, finalmente, la venta del producto final. Esta se realizará en dos formatos, en big-bags de 1.000 kg (para una parte del compost) y en sacos de 30 kg (para otra parte del compost y el total del vermicompost), con el fin de llegar a un mayor espectro de consumidores. Además, como producto secundario, se obtendrán lombrices, que se podrán comercializar vivas o para alimentación animal.

Con este proyecto se pretende gestionar los residuos generados en la propia explotación de una manera económica y sencilla, obteniendo un producto valorizable, optimizando recursos y logrando una fuente de ingresos suplementaria, que permitirá mejorar la viabilidad de la empresa. De este modo, se consigue alcanzar el objetivo de minimización de residuos y de economía circular.

Paralelamente, con el fin de obtener el título de Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural, es necesario la elaboración y redacción de un proyecto de ingeniería.

## 2. AGENTES

La empresa Granja Potosí S.L y su propietaria A.H.G. son los promotores del proyecto. La empresa está situada en Valverde de Campos, pero tiene sede en c/ Escoba 6, 3º B, 47012 (Medina De Rioseco), Valladolid. Su CIF es B47687272.

El coordinador de obra, director de ejecución de obra y coordinador de seguridad y salud en fase de proyecto se designarán por parte de los promotores.

## 3. EMPLAZAMIENTO

La planta de compostaje se localiza en el municipio de Valverde de Campos (Valladolid), en las parcelas 110 y 57 del polígono 3, con referencia catastral 47186A003001100000BB y 47186A003000570000BO, respectivamente. Están consideradas ambas como suelo rústico y con uso principal agrario. Tienen una superficie de 20.024 m<sup>2</sup> (5.185 m<sup>2</sup> de los cuales están ocupados por las naves ganaderas) y 65.920 m<sup>2</sup> (sin ninguna construcción), respectivamente.

Se encuentra a 2,5 km del núcleo urbano, con acceso a través de un camino rural directamente desde Valverde de Campos o a través de la carretera N-601 entre los km 225-226. Su altitud es de 884 metros sobre el nivel del mar (msnm).

Por su parte, Valverde de Campos se localiza a 7 km de Medina de Rioseco y a 38 km de la capital de la provincia, conectada a la primera por VA-515 y a su vez con Valladolid por la N-601.

#### 4. ANTECEDENTES

La granja cunícola Potosí se estructura en 5 naves con un diseño general de vacío sanitario “*todo dentro/todo fuera*” en grupos de 2 naves. Cuenta con aproximadamente 1.200 reproductoras. Genera anualmente 4.000 t de estiércol (heces y orina) además de 7.200 kg de yacija (viruta y pelo de conejo). Hasta el momento, la gestión de estos excrementos se basa en su acumulación en una balsa anexa a las instalaciones y posterior aplicación directa al campo por parte de un agricultor, con un beneficio neto aproximado de 10.000 € para la granja.

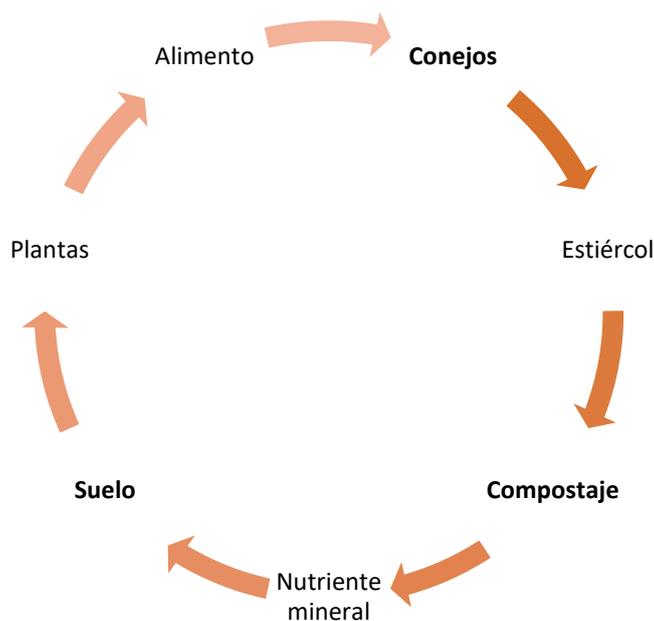
La correcta gestión de los residuos en las explotaciones ganaderas, especialmente en las de carácter intensivo, supone actualmente un punto crucial. Este factor puede ser un problema, llegando a comprometer la viabilidad de la propia explotación. Por su parte, el sector cunícola se encuentra actualmente en una situación difícil, con un descenso en su consumo y bajos precios de venta.

El estiércol es un producto con un alto contenido en nutrientes, que pueden ser aprovechados para mantener la fertilidad de los suelos. Pero sus formas son muy móviles. Esto provoca que la aplicación en exceso de estos residuos lleve asociados problemas de contaminación en el medio en el que se aplica, especialmente por parte de los lixiviados y la generación de malos olores y amoníaco.

La materia orgánica es un importante constituyente del suelo, así como la principal fuente de nutrientes y energía para los organismos vivos que en él habitan. De hecho, el papel que la materia orgánica juega en el suelo, es imprescindible para el mantenimiento de la actividad biológica. Para asegurar la sostenibilidad es indispensable mantener unos niveles aceptables de materia orgánica en el suelo. Un descenso en el contenido de materia orgánica siempre es indicativo de un descenso en la calidad de cualquier tipo de suelo.

Una importante parte de los suelos en España son deficitarios en materia orgánica, con contenidos inferiores al 2%. Por ello, la aplicación de materia orgánica a un suelo debe considerarse como un hecho muy positivo y recomendable.

La economía circular es un concepto económico que se interrelaciona con la sostenibilidad, y cuyo objetivo es que el valor de los productos, los materiales y los recursos (agua, energía...) se mantenga en la economía durante el mayor tiempo posible, y que se reduzca al mínimo la generación de residuos. Su finalidad es implementar una nueva economía no lineal, basada en el principio de “*cerrar el ciclo de vida*” de los productos, los servicios, los residuos, los materiales, el agua y la energía.



**Imagen 1: Ciclo circular del proceso de compostaje en la granja de conejos**

La posibilidad de transformar estos residuos en subproductos para un proceso productivo como el compostaje, permitirá su valorización, generando una fuente de ingresos suplementaria, que ayudará a garantizar la viabilidad de la explotación, cerrando el ciclo del proceso y generando un recurso que facilitará el mantenimiento de la fertilidad del suelo.

La tendencia legislativa en el ámbito de la gestión de residuos se basa en la gestión integral de estos. Debido a su alto contenido en material biodegradable y en agua, la forma más eficiente de compostar los residuos orgánicos es mediante su realización in situ, siguiendo el “*principio de proximidad*”.

El compostaje reúne ciertas características que lo hacen especialmente apropiado para dichos requerimientos: es un tratamiento sencillo y robusto, de bajo coste y mantenimiento, con grandes necesidades de superficie y que ofrece un producto final comercializable y de grandes características agronómicas.

Por ello, desde la “*Línea de Tratamiento de Residuos Ganaderos y de la Industria Agroalimentaria*” del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León y la ETS de Ingenierías Agrarias de Palencia de la Universidad de Valladolid, se realizó un estudio de compostaje de estos residuos, con el objetivo de encontrar una vía alternativa de tratamiento de los mismos.

Los ensayos realizados consistieron en el análisis inicial de los materiales a compostar y en el montaje y seguimiento de 3 pilas abiertas en la propia parcela. Se realizaron dos mezclas diferentes, para comprobar cuál de los estructurantes ofrecía mejores resultados. Estas fueron:

- Estiércol + yacija (pelo + viruta)
- Estiércol + paja

La fase activa se mantuvo durante 10 semanas, en las cuales se tomaron muestras semanales, y la fase de maduración, durante 5 meses, con muestreos mensuales. El control de la temperatura, durante la fase activa, se realizó diariamente por los propios dueños, con el fin de conocer la duración de esta fase.

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios y quedan detallados en el Anexo I “*Antecedentes*”, demostrándose que el tratamiento de estos residuos mediante la tecnología del compostaje es viable. Según los límites de concentración de metales pesados que marca la legislación sobre productos fertilizantes, este compost, se podría calificar dentro de la clase A, siendo de una gran calidad.

## 5. BASES DEL PROYECTO

### 5.1. Situación actual

#### A. Situación del sector del compostaje

Aunque la acumulación de residuos para su fermentación es muy antigua, el desarrollo de la técnica de compostaje a gran escala se le reconoce a Sir Albert Howard, creador del “*Proceso Indoore*”, a principios del siglo XX.

Se extendió por todo el mundo, desarrollándose su mecanización para adaptarse a la gran generación de residuos en las zonas urbanas. Esto permitía obtener un fertilizante que se empleaba en agricultura. Pero el descubrimiento del proceso Haber-Bosch relegó los fertilizantes orgánicos a un plano secundario. Actualmente ha sufrido un resurgimiento, ya que permite gestionar biorresiduos<sup>1</sup> de una forma sostenible económica y ecológicamente.

El vermicompostaje también tiene un origen antiguo, pero su desarrollo a nivel intensivo no llega hasta los años 40 del pasado siglo. Es una tecnología de bajo costo que permite degradar y estabilizar residuos orgánicos bajo condiciones aerobias y mesófilas mediante la acción de ciertas especies de lombrices de tierra capaces de alimentarse del residuo a la vez que aceleran su degradación microbiana.

Ambas técnicas de gestión de residuos se han visto impulsadas tanto por el desarrollo de la tecnología como por normativas que penalizan la mala gestión de residuos y favorecen los métodos respetuosos con el medio ambiente.

Por otra parte, las zonas rurales son grandes generadores de residuos biodegradables (alrededor del 60% del total), de los cuales son compostados apenas un 10% de los mismos. Su generación dispersa y los altos costos de transporte, unido a la relativa sencillez del compostaje, hacen del mismo una alternativa muy atractiva

---

<sup>1</sup> Residuo biodegradable de jardines y parques, residuos alimenticios y de cocina procedentes de hogares, restaurantes, servicios de restauración colectiva y establecimientos de venta al por menor; así como, residuos comparables procedentes de plantas de procesado de alimentos” Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados

para su tratamiento. Además, son las zonas rurales donde su consumo puede llegar a ser superior, por la mayor superficie disponible para su aplicación.

A pesar de ello, el mayor desarrollo e implantación de las plantas de compostaje se ha llevado a cabo en las áreas urbanas.

## **B. Situación socio-económica**

La provincia de Valladolid posee una población con una edad media de 45 años, en decrecimiento y con tendencia a continuar en los próximos años. La mayor parte de la población se concentra en la capital y alfoz, contando Tierra de Campos con apenas un 3,5% del total.

Por su parte, una tasa de inactividad del 43,6%, siendo la mitad de ellos jubilados o pensionistas, muestra una población envejecida. El sector agropecuario supone un 11% del PIB de Castilla y León, aunque ha sufrido un descenso en sus activos respecto a años anteriores.

Concretamente, la economía de Valverde de Campos se fundamenta básicamente en el sector primario, (agricultura y la ganadería) ocupando a un 80% de la población activa del municipio. El total de sus habitantes no alcanzan los 100 censados, siendo su tendencia decreciente.

## **C. Situación del mercado**

Previo al desarrollo y elaboración de un proyecto, debe investigarse el sector objetivo al que se va a enfocar el producto, que en este caso es el de los fertilizantes orgánicos y sustratos.

De este modo, se ha llevado a cabo un estudio con el que se ha pretendido analizar y conocer la situación del mercado actual y su posible evolución, identificando los clientes potenciales y su distribución en el terreno, la demanda de productos y los formatos más atractivos, además de los precios de bienes homólogos, con el fin de conocer la viabilidad del proyecto y cómo enfocar los productos desarrollados.

El estudio realizado, que queda desarrollado más ampliamente en el Anexo I “*Antecedentes*”, permite concluir que existe una alta demanda de fertilizantes orgánicos, como el compost y/o vermicompost, que además se encuentra en crecimiento. La producción actual de estos productos no es capaz de abastecer a este mercado.

Los usos del compost son muy amplios y variados, pudiéndose usar no solo como un fertilizante de gran calidad y liberación lenta, sino también como sustrato y acondicionador del suelo. Pero existe un gran problema con su comercialización y es la desconfianza que existe hacia este tipo de productos, derivada especialmente de la ausencia de una normalización de los mismos. A esto hay que añadir que muchos de los consumidores tradicionales de compost no están acostumbrados a pagar un precio por el mismo.

Por ello, un correcto etiquetado y definición del producto comercializado es de suma importancia para el éxito de su introducción en el mercado.

Los clientes potenciales son los agricultores y los viveros. Pero tampoco hay que olvidar la venta al pequeño consumidor. La comercialización en paquetes de pequeño tamaño permite la posibilidad de aumentar la rentabilidad del producto y alcanzar nuevos mercados, a mayor distancia de la zona de producción. Un factor de especial importancia e, independiente del espectro de consumidor objetivo, es la calidad del producto comercializado.

Por otra parte, la obtención de biomasa de lombriz como subproducto supone otra oportunidad de negocio. El incremento en las necesidades de proteína en los piensos de alimentación animal y la búsqueda de fuentes sustitutivas a las originales (pescado y soja) cuyo origen es más controvertido, puede garantizar una fácil incorporación al mercado. Su precio de venta, tanto como pie de cría como alimento para animales puede llegar a suponer una fuente de beneficios muy importante.

Con el fin de facilitar la venta de los mismos, se plantea su venta a un distribuidor, a un precio por debajo del observado en el mercado. Estos serán:

**Tabla 1: Precios de venta (€/t) de los productos obtenidos en la explotación**

PRODUCTO	COMPOST	VERMICOMPOST	LOMBRICES
SACO 30 Kg	100	200	-
BIG BAG	50	-	-
BRUTO	-	-	2.000

## 5.2. Condicionantes

La gestión de los residuos ganaderos puede llevarse a cabo por varias vías diferentes, en función de las necesidades, requerimientos y posibilidades del promotor. Es por ello, que es necesario conocer previamente los requerimientos del proceso y condicionantes que lo rodean.

### A. Condicionantes del promotor

El promotor del proyecto (Granja Potosí S.L), ha impuesto los siguientes condicionantes, comunicados al redactor del proyecto, que deben ser cumplidos en el diseño:

- Dirección y gestión de la explotación por parte de los propietarios
- Aprovechamiento de instalaciones propias

- Compatibilidad con actividad actual, que es la ganadería cunícola
- Capacidad suficiente para absorber toda la producción de estiércol de la granja
- Doble línea de producción: compost y vermicompost.
- Mínima inversión posible
- Mínimos costes de manejo
- Facilidad de manejo
- Obtener producto final valorizable y con salida al mercado
- Producto de calidad
- Distribución óptima de superficies para máximo aprovechamiento del terreno
- Mínimo impacto ambiental posible

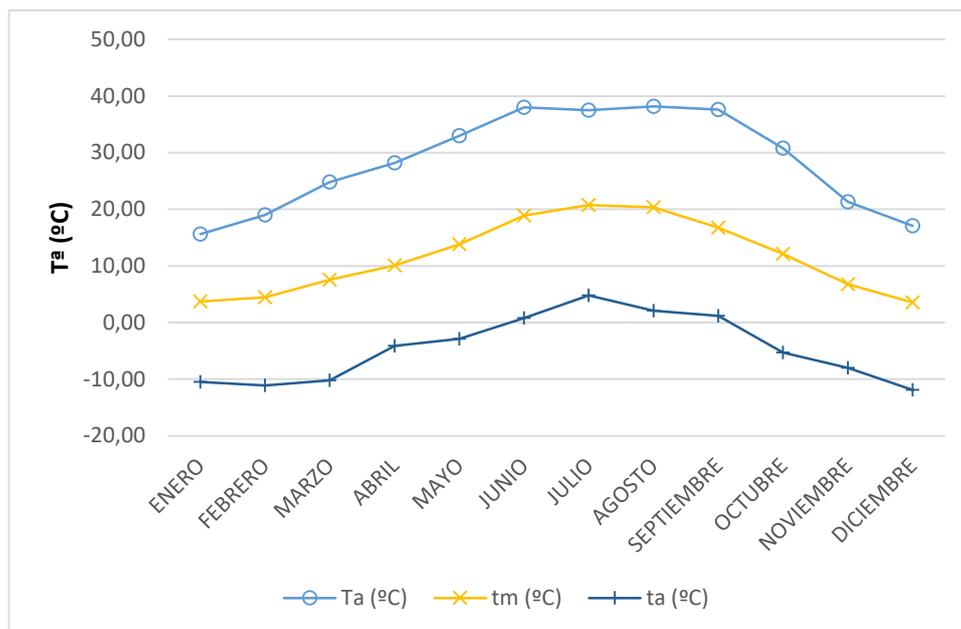
## **B. Condicionantes del medio**

### **- Climáticos**

La climatología es un factor prioritario a considerar, ya que puede determinar la evolución y eficacia del proceso. Por eso es necesario conocer las características climáticas de la zona, especialmente las relativas a temperaturas y precipitaciones.

Las temperaturas influirán especialmente en la velocidad de desarrollo del compostaje y la actividad de las lombrices, en el caso de que estas sean extremas. Las precipitaciones, por su parte, determinarán la cantidad de agua disponible, pero también pueden condicionar el proceso por un exceso de humedad.

Los datos del estudio climático reflejan una amplitud térmica, entre los meses más cálidos y más fríos, comprendida entre los  $-11^{\circ}\text{C}$  y los  $38^{\circ}\text{C}$ .



**Gráfico 1: Temperaturas mensuales para la estación de Medina de Rioseco (Ta = Temperatura máxima absoluta, tm = Temperatura media mensual, ta = Temperatura mínima absoluta)**

El periodo máximo con riesgo de heladas se extiende desde principios de octubre hasta finales de mayo, ocurriendo de media la primera helada del año a principios de noviembre y la última a finales de abril.

Respecto a la pluviometría, el acumulado anual medio es de 393 mm/año y un máximo registrado en los 30 últimos años inferiores a los 700 mm. Las precipitaciones máximas en 24 horas alcanzan hasta los 66,20 mm.

La dirección principal del viento es este-noreste (ENE) con una velocidad media de 12-20 m/s. El núcleo habitado más próximo es Valverde de Campos, que se encuentra a más de 2 km en dirección noroeste. Por lo tanto, su influencia sobre el mismo puede considerarse nula.

Los datos ofrecidos en el Anexo II “*Condicionantes*”, permiten concluir que la influencia de los factores climáticos no será determinante en el proceso de compostaje. Las precipitaciones (medias y máximas) no son de una magnitud suficiente para impedir el proceso. Además, su influencia podrá eliminarse mediante la instalación de una cubierta. Más importante es el riesgo por temperaturas bajas, que se extiende durante 8 meses al año.

#### - **Geológicos y edáficos**

A partir del estudio geológico (Anexo II) se puede concluir que no hay ningún factor geológico que determine el diseño o implementación del proyecto o la actividad.

### - **Hidrológicos**

El estudio hidrogeológico (Anexo II) muestra unas características del suelo adecuadas para el desarrollo de la actividad propuesta en el proyecto. Aun así, se llevarán a cabo todas las medidas posibles para impedir que cualquier vertido de los lixiviados llegue al medio físico.

### - **Geotécnicos**

Los datos obtenidos del Estudio Geotécnico (Anexo VI) muestran que las características del terreno permiten que los cimientos se asienten sobre los mismos con disposición óptima para cumplir su función de sustentación de las estructuras. Los resultados de los análisis realizados en el laboratorio, consideran como "apto" el terreno para llevar a cabo la ejecución del proyecto.

### - **Faunísticos**

La actividad a desarrollar con el proyecto no presenta características que puedan afectar de forma intensa a los seres vivos de la zona. Solo la presencia de avutardas (con figura de protección) puede considerarse como destacable, no sufriendo alteración ni su actividad ni su hábitat por la explotación de compostaje.

## **C. Condicionantes legales**

El presente proyecto cumple con toda la legislación vigente. Esta normativa incluye el CTE (Código Técnico de la Edificación), normativa urbanística, seguridad y salud y legislación medio ambiental, entre otras.

## **6. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA**

### **6.1. Identificación de las alternativas**

Previo a la elaboración de un proyecto, deben valorarse todas aquellas posibles alternativas que podrían desarrollarse para alcanzar los objetivos planteados, conociendo sus puntos fuertes y débiles y comparándolos entre ellas, para seleccionar aquella más adecuada.

Las alternativas estudiadas se han referido a diferentes factores del proceso de producción, aquellos que se consideran más determinantes. Todo ello queda explicado en el Anexo III "*Estudio de alternativas*".

**Tabla 2: Cuadro resumen de alternativas I**

ALTERNATIVA	DESCRIPCIÓN	OPCIONES
A.1	Localización	Parcela A (próxima al municipio)
		<b>Parcela B (próxima a la granja)</b>
A.2	Material estructurante	Residuos de poda
		<b>Paja</b>
		Sarmientos
		Viruta/astillas
		Residuos explotación
A.3	Tecnología de tratamiento de residuos	Vertido
		Tratamiento térmico
		Deshidratación/secado
		Digestión anaerobia
		<b>Compostaje</b>

**Tabla 3: Cuadro resumen de alternativas II**

ALTERNATIVA	DESCRIPCIÓN	OPCIONES
A.4.	Aplicación de la tecnología	Compostaje en pilas volteadas y maduración en mesetas
		Compostaje en pilas estáticas con ventilación forzada y maduración en mesetas
		Pre-compostaje en pilas volteadas con vermicompostaje posterior
		<b>Pre-compostaje en pilas volteadas con parte a vermicompostaje y parte a maduración</b>
A.5	Tipo de cubierta para vermicompostaje	Estructura de pórticos
		Estructura de cerchas
		<b>Invernaderos</b>
A.6	Material de cubierta de invernaderos	PVC
		<b>PE</b>
		EVA
		PC

## 6.2. Alternativa adoptada

Para la selección de la alternativa más adecuada, se han empleado una serie de criterios en cada una de las situaciones, contrastándose entre ellos mediante una matriz multicriterio. Aquella alternativa que ha obtenido una mayor puntuación, ha sido la elegida.

La alternativa seleccionada ha sido la de un compostaje mediante pilas volteadas, con una división de su producción para maduración, y obtención de compost, y otra parte para vermicompostaje. Ofrece una mayor variedad de productos generados y flexibilidad ante las exigencias del mercado.

Se empleará como material estructurante paja, por su ser de más fácil acceso que el resto de materiales propuestos y asegurar su suministro.

La ubicación seleccionada ha sido una parcela anexa a la propia explotación, ya que, aunque supone una mayor inversión inicial, la rentabilidad y flexibilidad de diseño que ofrece es mucho mayor que la otra opción.

La estructura seleccionada para la construcción de la cubierta para el vermicompostaje ha sido el invernadero. Serán necesarios 8, que se situarán de forma paralela 4 frente a otros 4, separados por un pasillo de 4 metros, que permitirá el acceso de la maquinaria.

El material elegido para la cubierta ha sido el polietileno térmico de alta duración con una coloración verde, que permita reducir la radiación visible incidente, a la vez que sus características permiten evitar la inversión térmica y elevar la temperatura interior hasta 3°C respecto al exterior, por las noches.

## **7. INGENIERÍA DEL PROYECTO**

En la ingeniería del proyecto se hace referencia a todo aquello que define el proceso productivo, desde las actividades a desarrollar hasta las infraestructuras y equipos necesarios.

### **7.1. Ingeniería del proceso**

#### **A. Materias primas**

La obtención de un buen compost y/o vermicompost depende fundamentalmente de la composición y la preparación de la materia orgánica de partida, que puede experimentar variaciones en función de factores diversos, del proceso de compostaje y maduración, y del procesado final.

A partir de los resultados obtenidos por la experiencia realizada por parte de la ETSIIAA de Palencia, se ha podido determinar que el empleo de paja como estructurante es una opción adecuada. Por otra parte, se sabe que la producción anual de estiércol en la granja es de 4.000 t aproximadamente. En la siguiente tabla, queda de forma resumida las proporciones de los materiales a mezclar semanalmente y su volumen. En el Anexo IV "*Ingeniería del proyecto*", se explica de manera más detallada.

**Tabla 4: Cálculo de mezcla a compostar semanalmente**

	<b>ESTIERCOL (<math>W_1</math>)</b>	<b>PAJA (<math>W_2</math>)</b>	<b>MEZCLA</b>
<b>Peso en MS (t/sem)</b>	19,47	14,38	33,85
<b>Peso total (t/sem)</b>	76,92	16,35	93,27
<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	71,89	89,81	161,70
<b>Humedad (%)</b>	74,69	12,03	62,50
<b>Densidad (t/m<sup>3</sup>)</b>	1,07	0,18	0,58
<b>C/N</b>	17,90	88,80	29,86

Semanalmente se formarán pilas con una masa total aproximada de 93 t y un volumen de 162 m<sup>3</sup>.

## **B. Parámetros a controlar en el proceso productivo**

Los parámetros que dirigen y determinan los procesos del compostaje y del vermicompostaje, tienen características comunes en algunos casos, aunque en otros son procesos completamente incompatibles. Por ello, es necesario conocer sus características y los requerimientos específicos de cada proceso.

### **- Temperatura**

La temperatura se produce como consecuencia de la degradación aerobia de la materia orgánica y varía en función de la actividad metabólica microbiana, siendo el balance energético el calor generado en el proceso y las pérdidas de calor.

Este parámetro es totalmente contrario entre el compostaje y el vermicompostaje. Mientras que en el primero es interesante alcanzar temperaturas altas y supone un indicativo de la evolución del proceso, para las lombrices, temperaturas por encima de los 35°C pueden ser letales, siendo importante que se mantengan los valores por debajo de este rango, alrededor de los 25°C. Es por ello por lo que el compostaje se denomina un proceso termófilo y el vermicompostaje un proceso mesófilo.

En función de este fenómeno, el compostaje puede dividirse en 4 etapas: mesófila, termófila, enfriamiento y maduración. Es la etapa termófila la que permite la higienización de los residuos y la que se busca en todo proceso de compostaje. Temperaturas demasiado bajas suponen una lenta transformación de los residuos, siendo síntoma de posibles problemas en el proceso (condiciones anóxicas,

desequilibrio de nutrientes...), generando un producto sin estabilizar y, por tanto, de mala calidad. Temperaturas excesivamente altas podrían provocar una esterilización de la masa.

#### - **Humedad**

Tanto los microorganismos como las lombrices necesitan unos niveles mínimos de humedad para el desarrollo de sus necesidades fisiológicas, especialmente el transporte de nutrientes y gases.

Si la humedad disminuye demasiado, se reduce la actividad microbiana, con lo cual, el producto obtenido será biológicamente inestable. Si la humedad es demasiado alta, el agua saturará los poros e interferirá con la distribución del aire a través de la masa, generando ambientes anóxicos, problemático tanto para las lombrices como para los microorganismos.

La humedad óptima para el crecimiento microbiano está entre el 50-60%. La actividad biológica decrece mucho cuando la humedad está por debajo del 30%, mientras que por encima del 70%, el agua desplaza al aire en los espacios libres de las partículas. Por su parte, las lombrices necesitan unas condiciones de humedad superiores, próximas al 70-90%. Es, junto a la temperatura, el factor principal para el correcto desarrollo de las lombrices.

#### - **Aireación**

Ambos procesos son aerobios, oxidándose las moléculas y que, por tanto, se llevan a cabo en presencia de oxígeno. La respiración está influenciada por la capacidad de disolución de oxígeno gaseoso en la fase acuosa, que es en la que los microorganismos pueden asimilarlo. La aireación cumple un doble objetivo: aportar oxígeno para los micro-organismos y permitir la evacuación del CO<sub>2</sub> producido.

Las lombrices realizan la respiración a través de su epidermis. Es por ello por lo que necesitan unas condiciones de humedad altas, en las que realizar este intercambio gaseoso.

En el caso del compostaje, las necesidades de oxígeno varían a lo largo del proceso, en función de la degradación de la materia orgánica. Estas son máximas en la etapa termófila. En el vermicompostaje estas necesidades son más sostenidas en el tiempo.

Los volteos periódicos o un sistema de aireación forzada favorecen condiciones de buena aireación, en el compostaje. El movimiento y actividad de las lombrices permite que estas intervenciones no sean tan necesarias.

### - Relación C/N

Es un factor determinante en la correcta evolución del proceso y en la calidad del producto final. Entre los nutrientes más importantes para los microorganismos se encuentran el carbono (C), el nitrógeno (N) y el fósforo (P), que son fundamentales para su crecimiento y la síntesis celular.

La cantidad de carbono incorporado por las células en crecimiento por unidad de C degradado se encuentra alrededor del 30%, aunque puede variar dependiendo del contenido energético del sustrato, el microorganismo y las condiciones ambientales. Si se asume que el contenido medio de C/N de las células microbianas es de 10, la relación C/N teórica óptima para que el sustrato soporte el crecimiento de los microorganismos sin pérdidas de nitrógeno es de 30.

Si es superior a 35, la escasez de nitrógeno reducirá la velocidad de degradación y el proceso de fermentación se alarga. Si es inferior a 25 se producen pérdidas considerables de nitrógeno en forma de amoníaco, que es algo que se debe evitar para reducir emisiones y pérdida de valor fertilizante, además de reducir el pH del compost, con los problemas asociados que conlleva.

### - pH

El pH tiene una influencia directa en el compostaje debido a su acción sobre la dinámica de los procesos microbianos y la composición química de los compuestos. Durante el proceso de compostaje se producen diferentes fenómenos que hacen variar este parámetro.

La influencia del pH en las comunidades de microorganismos es muy importante. Por un lado, cada grupo microbiano presenta un rango de pH en el que se desarrolla óptimamente. Las bacterias tienen preferencia por pH 6-7,5, mientras que los hongos lo hacen entre valores de 5-8. Por otro lado, el pH influye en la composición química de los sólidos, favoreciendo o impidiendo su presencia. Por ello, el pH de las materias primas determinará estas comunidades.

En el caso de las lombrices estas se desarrollan adecuadamente en la neutralidad y pueden llegar a sufrir con pH extremos.

### - Nutrientes

Los nutrientes son necesarios para los microorganismos. El carbono es empleado como fuente de energía y para formar las estructuras de su organismo. El nitrógeno es la base para la síntesis de proteínas. También son necesarios otros elementos, en menores proporciones, como fósforo (P), azufre (S), calcio (Ca), etc.

Los microorganismos solo pueden aprovechar compuestos simples, por lo que las moléculas más complejas se rompen en otras más sencillas para poder ser asimiladas. Por ello, en las primeras fases del compostaje se aprovechan aquellos

materiales de más fácil acceso, como moléculas monoméricas, para después atacar aquellos con menor biodegradabilidad,

#### - **Organismos implicados**

La mayoría de los microorganismos que realizan el proceso de compostaje son quimioheterótrofos, es decir, que utilizan sustratos orgánicos como fuente de carbono y de energía, en presencia de oxígeno.

Esta flora va variando a lo largo del proceso, en función de las características del entorno, como son la temperatura, principalmente, pero también el pH o el sustrato.

En el caso del vermicompostaje, la comunidad faunística está compuesta tanto por los microorganismos como por las lombrices. Estas son anélidos hermafroditas, de grandes capacidades reproductivas y de alimentación. Esto les hace especialmente adecuadas para el tratamiento de residuos. Las especies más usadas son *Eisenia foetida* y *Eisenia andrei*.

Tienen gran capacidad de adaptación a diferentes residuos orgánicos y un amplio rango de tolerancia de pH y temperaturas, son fáciles de manejar, resistentes y longevas. De adultos, tienen un peso medio de 0,55 g por individuo, siendo capaces de comer hasta su propio peso de residuos al día. Alcanzan la madurez sexual entre 40-70 días. Tras la fecundación, cada lombriz produce 1 o 2 cápsulas, de las que pueden salir, a las 2-3 semanas, entre 2-4 lombrices.

La presencia de las lombrices genera unas condiciones que modifican la microbiota del residuo. En el proceso se encuentran involucrados un gran número de microorganismos, fundamentalmente bacterias y hongos mesófilos. Esto genera una comunidad microbiológica muy amplia y compleja, que favorece el proceso de vermicompostaje además de generar un producto de gran calidad, diferenciándolo del compost.

#### - **Tamaño de partícula**

La descomposición de la materia orgánica por parte de los microorganismos tiene lugar preferentemente sobre la superficie de las partículas sólidas en donde la difusión de oxígeno es adecuada para el metabolismo aerobio.

Cuanto menor sea el tamaño de la partícula, mayor será la superficie expuesta al ataque microbiano y más rápida y completa será la acción. Pero un tamaño excesivamente pequeño reduce el espacio entre partículas, es decir, la porosidad.

### - Densidad de población

Este factor está referido únicamente a las lombrices. En situaciones de sobrepoblación, el crecimiento de las lombrices es menor y de forma más lenta. Además, alcanzan la madurez de forma más tardía.

### - Resumen

En la siguiente tabla se indican, de forma resumida, los requerimientos de cada uno de los procesos. Se puede observar como algunos de ellos son muy similares, siendo otros contrarios. Por ello, ambos procesos no pueden llevarse conjuntamente.

**Tabla 5: Tabla resumen de condiciones ideales para el proceso de compostaje y vermicompostaje**

PARÁMETRO	COMPOSTAJE	VERMICOMPOSTAJE
C/N inicial	25-35	25-35
C/P inicial	75-150	75-150
Tamaño de partícula (mm)	12,5-50	-
Humedad (%)	50-60	70-90
Temperatura (°C)	> 55	18-28
Aireación (%O <sub>2</sub> )	10-18	55-65
pH	6-7,5	7-8,5
Densidad de población (individuos/m <sup>2</sup> )	-	20.000-30.000

### C. Fases del proceso productivo

La planta de compostaje va a tratar anualmente un volumen de 4.000 toneladas de estiércol de conejo, empleando como estructurante 7.200 kg de yacija (viruta + pelo de conejo) y 850 toneladas de paja de cereal.

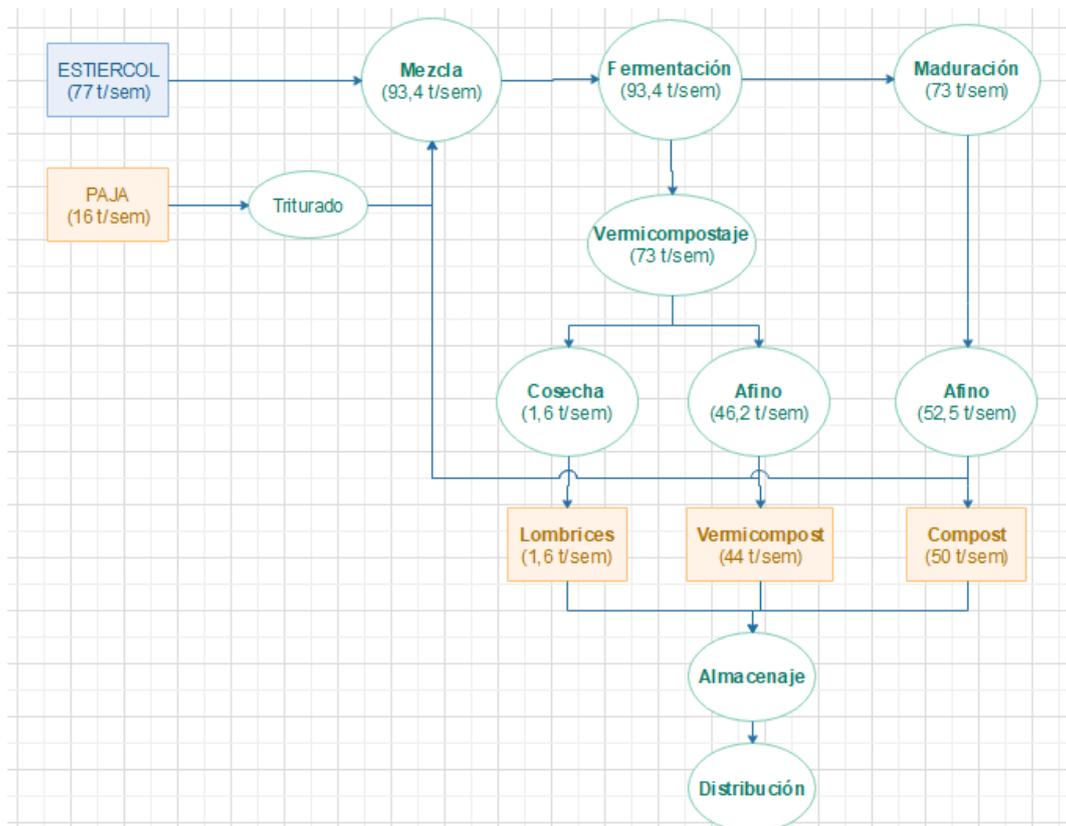
Para la obtención de los productos esperados con la implantación del presente proyecto, es necesaria el desarrollo de una serie de procesos.

El proceso productivo consiste en un pre-compostaje de los excrementos de conejo durante 7 semanas mediante pilas volteadas. Posteriormente, este material pasa a una etapa de maduración o de vermicompostaje, de forma paralela. Cada semana el material se envía a uno u otro proceso, de forma alterna. Con el fin de conseguir un buen desarrollo del tratamiento, son necesarias una serie de operaciones previas y posteriores a las anteriormente descritas. Estas son: un mezclado de los excrementos con un estructurante (paja) al inicio del proceso, y un tamizado y ensacado del producto final, para conseguir una mejor presentación del mismo.

La razón de dicho diseño se debe al cumplimiento de dos objetivos: por una parte, la diversificación del producto final, que permite mayor adaptación y robustez frente a un mercado amplio y muy exigente y, por otro lado, la necesidad de un pre-compostaje del material necesario para el proceso de vermicompostaje. Esto obliga a tener una fase previa en la que el material será higienizado y estabilizado, evitando aumentos excesivos de la temperatura del material o concentraciones elevadas de ciertas sustancias, que pueden comprometer la supervivencia de las lombrices.

Según las necesidades o estrategias del productor, el producto obtenido al finalizar la fase activa se podrá destinar a una maduración para obtener compost o conducirse a una línea de vermicompostaje, cuyo producto final será humus de lombriz.

En este esquema, se resumen dichos procesos:



**Imagen 2: Diagrama de flujo del proceso productivo**

### - Pretratamiento

En esta fase se incluyen tanto las acciones de recepción y almacenamiento de las materias primas como las de acondicionamiento de las mismas para el resto de proceso.

El estiércol es retirado semanalmente y acumulado en un foso anexo a las propias instalaciones. El acopio de la paja de cereal se realizará a través de los agricultores locales, adquiriéndose en los momentos en que su precio esté más bajo, acumulándose en el “almacén de estructurante”.

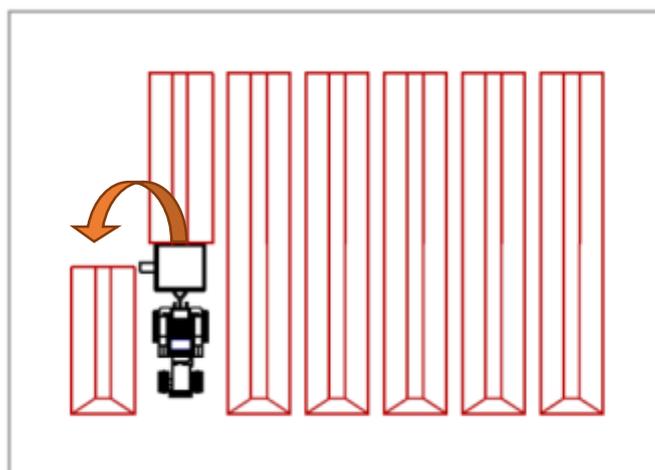
El factor de la granulometría es determinante en el desarrollo y evolución del compostaje. Por ello, la paja se triturará, empleando una mezcladora que desmenuzará la paja, para conseguir unas características homogéneas, aproximadamente de 50 mm, a la vez que lo mezcla con el estiércol. Esta operación se llevará a cabo en la era de fermentación y, posteriormente, se formará la pila de compostaje.

Semanalmente se mezclarán 77 t de estiércol con 16,5 t de paja, siendo su peso final de 93,5 t y un volumen de 161,70 m<sup>3</sup> de masa a compostar.

### - Fase activa

Semanalmente se formará una nueva pila de fermentación con estructura trapezoidal, con una altura de 2,5 m y una anchura en la parte inferior de 4 m y 1,5 metros en la superior, siendo su longitud aproximada de 22 m.

La fase activa del compostaje se realizará mediante volteos periódicos. Estos se llevarán a cabo semanalmente, desplazando horizontalmente cada pila en el proceso, haciéndola avanzar, empleando para ello una volteadora y liberando espacio para la siguiente pila (Imagen 3). La duración estimada de este periodo es de 7 semanas.



**Imagen 3: Avance de las pilas de fermentación mediante la volteadora**

Con estos volteos periódicos se conseguirá una homogeneización de la masa, permitiendo la oxigenación de todo el material y garantizando que todos los componentes pasen por el centro de la pila, asegurando una adecuada higienización.

Previo a estos voleos se aplicará un riego de la masa, para restituir la humedad perdida. Se instalarán 4 aspersores, con un marco de 11x15 m. Hasta el momento de alcanzar la temperatura de higienización, el riego se puede hacer aprovechando el agua de los lixiviados. Cuando se haya superado la fase termófila, solo se podrá emplear el agua de lluvia recogida en la balsa de pluviales.

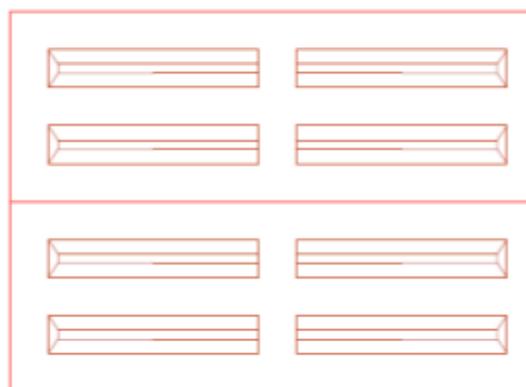
Finalizada la etapa de fermentación, cuando la temperatura se estabiliza, el compost es trasladado a la siguiente fase. El envío del compost fresco a cada una de las líneas de proceso (maduración y vermicompostaje) se realizará de forma alterna. Se consideran unas pérdidas durante esta fase del 40% del volumen de la materia inicial, siendo la producción semanal de 97 m<sup>3</sup>, con una densidad de 0,75 t/m<sup>3</sup>, y un peso aproximado de 73 t.

#### - Maduración

La formación de pilas en la nave de maduración se realizará cada dos semanas. Los 97 m<sup>3</sup> de material a estabilizar se transportarán mediante una pala mecánica y se apilarán, formando hileras con forma trapezoidal de menor altura que en la fase activa, de 1,5 metros, manteniéndose la anchura y la longitud.

Estas se apilarán en 4 hileras paralelas, enfrentadas a otras 4 hileras en similar disposición, en un total de 8 (Imagen 4). Esta fase tendrá una duración de 4 meses (16 semanas), con el fin de asegurar una adecuada estabilización del compost, con unas pérdidas de volumen de aproximadamente del 40%, siendo la producción cada dos semanas de 52 t, aproximadamente, y una densidad de 0,85 t/m<sup>3</sup>.

Durante esta fase no será necesario el volteo de las pilas ni un control tan exhaustivo como en la etapa anterior.



**Imagen 4: Disposición de las pilas de maduración**

## - Vermicompostaje

Al igual que en el caso de la fase de maduración, cada dos semanas llegarán a la zona de vermicompostaje 97 m<sup>3</sup>, aproximadamente 73 t, de compost sin estabilizar, que servirá de alimento para las lombrices (*Eisenia fetida*).

El material se aplicará sobre literas, que se ubicarán dentro de invernaderos, de tipo multicapilla, cuya cubierta será de polietileno térmico de color verde, que permitirá el paso de luz, pero de forma tenue. Las 16 literas que serán necesarias para absorber todos los residuos, tendrán una altura de apilamiento de 0,55 metros, para evitar condiciones termófilas por un exceso de amontonamiento, siendo la altura total de 0,70 m, una anchura de 2 metros y una longitud de 39 m. El material se irá acumulando de forma gradual, avanzando 11 m semanalmente.

Considerando una densidad de lombrices adultas de 12.000 individuos/m<sup>2</sup> y una capacidad de alimentación de cada adulto del 75% de su peso por día, se puede estimar una capacidad de tratamiento diario de aproximadamente 4,95 kg/m<sup>2</sup>. Por lo tanto, serán necesarios 83 días (12 semanas) para el procesado del material que entra a la línea cada 2 semanas. Como método de seguridad y para conseguir una buena maduración del humus, el cálculo se hace para 14 semanas de tratamiento.

Debido a la alta prolificidad de las lombrices (incremento anual de hasta 14 veces el inicial), finalizado el tiempo de tratamiento de residuos se obtendrán dos productos: humus de lombriz y biomasa de lombriz, que es excedentaria del propio proceso y que puede comercializarse.

Durante todo el proceso, se debe llevar a cabo un control exhaustivo de las condiciones del medio donde se desarrollan las lombrices, ya que estas son más sensibles que los microorganismos implicados en el compostaje.

El nivel de humedad se mantendrá dentro de los parámetros objetivo mediante la aplicación de riegos periódicos. Para ello se instalará un sistema de riego por aspersión, que conserve la saturación de la masa sin que llegue a encharcarse.

También debe vigilarse la densidad de población de lombrices, ya que por encima del 80% de saturación, estas comienzan a dejar de reproducirse. Por lo que puede ser interesante realizar "cosechas" de lombrices de forma esporádica durante el proceso y no solo al final del mismo. Para asegurar una retirada adecuada de la población de lombrices, se empleará la técnica del "lomo del toro". Dicho método consiste en la instalación de una hilera de alimento fresco en el lateral del caballón, previa colocación sobre el material estabilizado de una malla. Las lombrices se desplazarán hacia este alimento fresco. A los dos días se puede retirar la malla con el material y la población de lombrices. Esta operación debe repetirse al menos 2 o 3 veces para asegurar una buena retirada de las lombrices.

Durante esta fase del proceso, se estima un porcentaje de mermas del 40% del peso de entrada, que es la cantidad de materia orgánica que incorporan las lombrices a su propio organismo. Por ello, la producción final, cada dos semanas, será de 46t, con una densidad de 0,90 t/m<sup>3</sup>.

### - **Postratamiento**

Concluidas las etapas de maduración y/o vermicompostaje, se obtiene un producto estabilizado, pero cuyas características no son las adecuadas para ser ofrecidas al consumidor. Por ello, el material debe sufrir un pos-tratamiento en el que se consigan unas características más homogéneas y atractivas para la venta.

La primera de las acciones a llevar será un tamizado del compost y vermicompost, para eliminar aquellos materiales de mayor tamaño, siguiendo los requerimientos de la normativa, que exige que el 90% del material pase por una malla de 25 mm y carezca de impropios. Para ello se empleará una criba tromel, que separará aquellas partículas mayores de 25 mm de las de menor diámetro, considerándose unas pérdidas del 5% del total.

Aunque estos productos ya podrían ser comercializables a granel, se considera que, debido a su calidad, es mucho más rentable su venta como producto ensacado.

Se empleará para ello una ensacadora. Como el producto final se va a vender en dos formatos diferentes, sacos de 30 kg y big-bags de 1.000 kg, se deberán adquirir dos ensacadoras diferentes. El total del vermicompost se venderá en sacos de 30 kg. La mitad del compost se ofrecerá en similar formato y la otra mitad en big-bags de 1.000 kg.

### - **Almacenamiento**

Es otra fase a tener en cuenta en el proceso, ya que, aunque la producción de compost y vermicompost es continua en el tiempo, no lo es la demanda, mucho más estacional y concentrada en periodos concretos del año.

Por ello, es necesario disponer de unas instalaciones donde almacenarlo de manera que se pueda asegurar el mantenimiento de las características del producto final hasta su venta, sin riesgo de pérdida de su calidad. Se considerará una capacidad de almacenamiento de 3 meses de producción.

## **D. Producciones estimadas**

El objetivo del presente proyecto es diseñar una planta de compostaje y vermicompostaje. Por lo tanto, los productos principales obtenidos serán compost y humus de lombriz. Secundariamente, se podrá obtener biomasa de lombriz.

Debe considerarse que el primer año de funcionamiento de la planta, y debido al periodo de generación de los productos, su producción será menor que el resto. Las estimaciones de producción obtenidas para cada uno de los productos, se resumen en la tabla a continuación.

**Tabla 6: Producciones estimadas anualmente (entre paréntesis el nº de sacos)**

	COMPOST		VERMICOMPOST	LOMBRICES
1 <sup>er</sup> año	650 t/año		572 t/año	22 t/año
	Sacos 30 kg (10.800)	Big bag 1.000 kg (325)	Sacos 30 kg (19.050)	
Máx. producción	1.300 t/año		1.160 t/año	85,5 t/año
	Sacos 30 kg (21.600)	Big bag 1.000 kg (650)	Sacos 30 kg (38.100)	

### E. Maquinaria necesaria

Para el desarrollo de las labores y actividades anteriormente mencionadas, será necesaria la adquisición de los siguientes equipos y máquinas:

**Tabla 7: Características de equipos de la explotación**

EQUIPO	ACTIVIDAD	POTENCIA
Tractor	Varias	90 CV
Tractor frutero	Varias	75 CV
Cazo sobre-elevado	Movimiento de materiales	-
Horquilla mecánica	Movimiento de paquetes	-
Mezcladora	Mezclado de materias primas	110 CV
Volteadora	Volteo y avance del compost	260 CV
Tromel	Tamizado del compost y vermicompost	14 kW
Ensayadora	Empaquetado del compost y vermicompost en sacos de 30 kg	1,1 kW
Tolva ensacadora	Empaquetado del compost en big-bags de 1.000 kg	2 kW

## 7.2. Ingeniería de las obras

### 7.2.1. Edificaciones

Las edificaciones que forman parte del presente proyecto son las siguientes: almacén de estructurante, era de fermentación, nave de maduración, invernaderos de vermicompostaje, almacén de producto final y las balsas de pluviales y lixiviados.

Las edificaciones deben cubrir todas las necesidades para el correcto funcionamiento de las actividades. De este modo, a continuación, se indica, de forma resumida, el dimensionamiento de los elementos constructivos de dichas edificaciones.

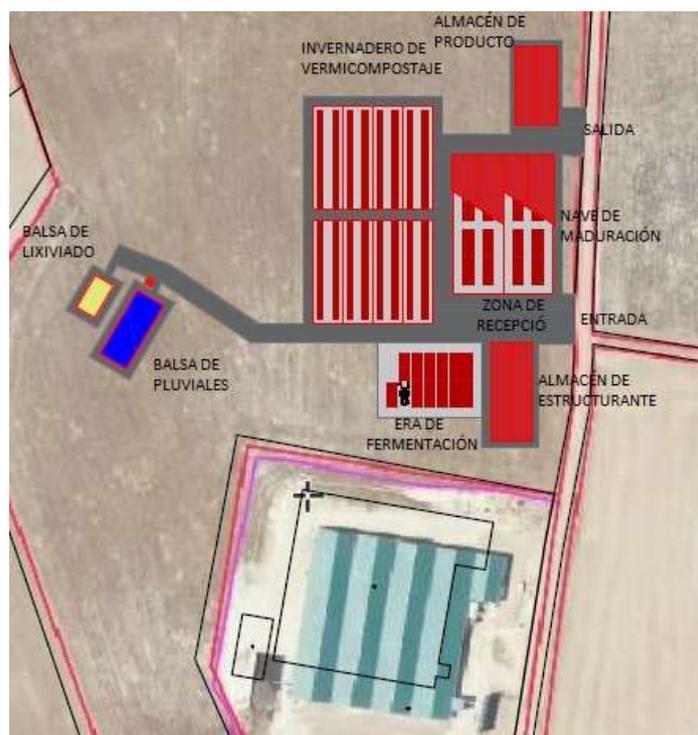


Imagen 5: Disposición general de la planta de compostaje



**Imagen 6: Representación en 3D de la planta de compostaje**

### **A. Almacén de estructurante**

Estará formado por un edificio de 16x40 m y una superficie de 640 m<sup>2</sup>, dividido en dos cuerpos. La parte más próxima a la entrada servirá de almacén de maquinaria y otros materiales, como lubricantes, combustibles, etc. Separado del mismo, se encontrará el almacenamiento de la paja, que se hará en forma de pacas, para facilitar su almacenaje.

Está configurada por 9 pórticos a base de acero S-275 JO, separados 5 metros entre ellos. La luz de estos pórticos es de 16 m. Los pilares estarán formados por perfiles de acero I HEB-200, los dinteles son perfiles IPE-240 y las correas de perfiles normalizados IPE-100.

La cimentación se realiza por medio de zapatas aisladas de dimensiones 1,40x2,10x2,00 m, arriostradas con una viga riostra perimetral de 0,40x0,40 m, con hormigón armado de HA-25/P/20/IIa, con armadura de acero B-500S y una capa de 5 cm de hormigón de limpieza HL-150/B/20.

La solera estará formada por una capa de 5 cm de hormigón de limpieza (HL-150/B/20) sobre la que se instalará otra de 15 cm de hormigón armado (HA-25/P/20/IIa y acero B-500S).

La nave estará configurada por un pórtico a dos aguas con una inclinación de 23 grados y una altura de 5 metros en alero y 6,85 metros en cumbre. La cubierta será de chapa de acero galvanizado de 0,7 mm de grosor, perfil T30-205, con voladizo y red de canalones y bajantes de PVC, para la recogida de agua de lluvia.

El levantamiento perimetral se realizará con dos materiales. Desde el suelo hasta una altura de 2 m, se emplearán bloques de hormigón armado de 30 cm de espesor; desde esta altura hasta el alero, se completará con chapa grecada de acero galvanizado de 1 mm de espesor.

## **B. Era de fermentación**

Las dimensiones de la era de fermentación serán de 1.260 m<sup>2</sup>, con laterales de 30x42 metros, abierta al aire, sin cubierta ni cerramiento.

Estará compuesta por una base de encachado de piedra caliza de 15 cm de espesor. Por encima del mismo se dispondrá una capa de 15 cm de hormigón armado HA-25/P/20/IIa, con tamaño máximo de árido de 20 mm, con mallazo electrosoldado de acero B-500S.

Tendrá una inclinación del 1% en dirección norte, para la conducción de lixiviados, y estará elevada 20 cm sobre el resto de superficies para evitar el acceso de aguas ajenas a la misma.

## **C. Nave de maduración**

Estará compuesta por dos naves gemelas abiertas y anexas, de 1.100 m<sup>2</sup> cada una, con unas dimensiones de 55x20 m.

Su estructura está formada a base de pórticos de acero S-275 JO. El perfil de acero de los pilares será HEB-240 en el caso de los pilares laterales y HEB-180 para los pilares centrales; el de los dinteles IPE-360 y el de las correas IPE-120. La distancia entre pórticos será de 5 metros, con un total de 12. La separación entre correas será de 1 metro. Las naves serán gemelas, compartiendo los pilares centrales.

La cimentación será aislada a base de zapatas aisladas, de 1,5x2,6x2,5 m en las zapatas de los extremos y 0,5x1,0x1,0 en las zapatas centrales. Para garantizar una mayor seguridad y evitar posibles movimientos de las mismas, por las grandes dimensiones de la nave se instalará una viga riostra perimetral de 0,40x0,40 m. Se utilizará hormigón armado de HA-25/P/20/IIa, con armadura de acero B-500S y una capa de 5 cm de hormigón de limpieza HL-150/B/20.

La solera compuesta por una base de encachado de piedra caliza de 15 cm de espesor. Por encima del mismo se dispondrán 15 cm de zahorras compactadas en tongadas sucesivas con bandeja vibrante de guiado manual. Tanto la solera como el suelo se habrán compactado hasta un grado del 95 % del Próctor modificado. Tendrá una inclinación del 1% hacia el pasillo central, donde se recogerán los lixiviados generados.

Cada una de las naves estará configurada por un pórtico a dos aguas con una inclinación de 23 grados y una altura de 5 metros en alero y 7,3 metros en cumbre. Será de chapa de acero galvanizado de 0,7 mm de grosor, perfil T30-205, con voladizo y red de canalones y bajantes de PVC, para la recogida de agua de lluvia.

#### **D. Invernaderos de vermicompostaje**

Se construirán ocho invernaderos de tipo multicapilla, 4 paralelos y 4 enfrentados a los mismos, con una superficie total de 4.032 m<sup>2</sup>, teniendo cada uno de los invernaderos unas dimensiones de 12x42 m y una altura de 4 m en cumbre.

En el interior de cada invernadero se diseñarán 2 literas paralelas, separadas 4 metros entre sí. Sus dimensiones serán de 0,70 m de altura, 2 m de anchura y 39 m de longitud.

Su estructura está formada a base de pórticos de acero S-235 JO. Los pilares estarán formados por tubos circulares (200.6) de acero S-235 al igual que el de los dinteles (90.3) y el de las correas (50.3). La distancia entre pórticos será de 3 metros, con un total de 15. La separación entre correas será de 1 metro.

La cimentación será a base de zapatas aisladas, de 1,0x1,7x1,7 m en las zapatas de los extremos y 1,2x1,2x1,2 en las zapatas centrales. Se unirán por una viga riostra perimetral, que evitará desplazamientos horizontales, de 0,40x0,40 m. Se utilizará hormigón armado de HA-25/P/20/IIa, con armadura de acero B-500S y una capa de 5 cm de hormigón de limpieza HL-150/B/20.

La solera de los invernaderos estará compuesta por una base de encachado de piedra caliza de 15 cm de espesor. Por encima del mismo se dispondrán 15 cm de zahorras compactadas. La solera tendrá una inclinación del 1% hacia el pasillo central, donde una canaleta, de 55x59 mm, recogerá los lixiviados producidos.

Sobre la solera se dispondrán las literas, cuya base estará adecuadamente impermeabilizada, mediante la instalación de una capa geotextil antipunzante de 250 g/m<sup>2</sup>, para evitar la penetración de lixiviados al subsuelo e imposibilitar el acceso de depredadores de las lombrices. Sobre el material plástico se situará una capa de 10 cm de material poroso, para la conducción de los lixiviados producidos y por encima de este una capa de 15 cm de tierra, que se empleará como cama para las lombrices. Su contorno estará definido por una estructura de ladrillos, con 70 cm de altura sobre el suelo, que contendrá el material a tratar e impedirá la fuga de las lombrices. Se profundizará por debajo de la solera, para conseguir una adecuada instalación de estas estructuras.

Cada uno de los invernaderos estará configurado por una cubierta oval de 33° de inclinación y una altura de 2 metros en alero y 4 metros en cumbre. La cubierta será de polietileno térmico.

El cerramiento será también de polietileno térmico, igual que la cubierta. Se instalará una puerta de 2 hojas en cada uno de los laterales de cada invernadero.

#### **E. Almacén de producto final**

Estará formado por dos cuerpos, separados por una pared de chapa metálica. La superficie total será de 510 m<sup>2</sup>, con unos laterales de 17x30m. La parte frontal del mismo, de 17x10 m, se empleará para el desarrollo de las actividades de post-tratamiento, evitando la incidencia de los fenómenos atmosféricos en las mismas. La

parte posterior del edificio, de 17x20 m, se empleará como almacén del producto final (compost y vermicompost).

Su estructura estará configurada por 7 pórticos a base de acero S-275 JO, separados 5 metros entre ellos. La luz de estos pórticos es de 17 m. Los pilares estarán formados por perfiles de acero I HEB-180, los dinteles perfiles IPE-270 y las correas de perfiles normalizados IPE-100.

La cimentación se realiza por medio de zapatas aisladas de dimensiones 1,40x2,10x2,00 m, arriostradas con una viga riostra perimetral de 0,40x0,40 m. Se utilizará hormigón armado de HA-25/P/20/IIa, con armadura de acero B-500S y una capa de 5 cm de hormigón de limpieza HL-150/B/20.

La solera estará formada por una capa de 5 cm de hormigón de limpieza (HL-150/B/20) y sobre la misma una capa de 15 cm de hormigón armado (HA-25/P/20/IIa y acero B-500S).

La nave estará configurada por un pórtico a dos aguas con una inclinación de 23 grados y una altura de 5 metros en alero y 6,95 metros en cumbre. La cubierta estará atornillada a las correas por medio de tornillos de alta resistencia. Será de chapa de acero galvanizado de 0,7 mm de grosor, perfil T30-205, con voladizo y red de canalones y bajantes de PVC, para la recogida de agua de lluvia.

El levantamiento perimetral se realizará con dos materiales. Desde el suelo hasta una altura de 2 m, se emplearán bloques de hormigón armado de 30 cm de espesor; desde esta altura hasta el alero, se completará con chapa grecada de acero galvanizado de 1 mm de espesor.

## **F. Balsa de lixiviados**

Tendrá unas dimensiones de 18,5x14x4 m con un volumen total de 510 m<sup>3</sup>. La cara norte de la balsa tendrá una inclinación del 30% y una superficie rugosa, para permitir el acceso de la maquinaria en caso de que sea necesario. El resto de caras de la balsa serán verticales.

Se empleará como material impermeabilizante una lámina de geomembrana PEAD<sup>2</sup> de 1,5 mm de espesor, con una resistencia CBR<sup>3</sup> a punzonamiento de 1,8 kN y una resistencia al desgarramiento superior a 140 kN/m.

Se efectuará un vallado de la balsa, formado por malla de simple torsión, de 10 mm de paso de malla y 1,1 mm de diámetro, acabado galvanizado y postes de acero galvanizado, de 48 mm de diámetro y 2 m de altura. Esta estará separada 3 m del borde de la balsa, permitiendo una pista de acceso a cualquier punto de la misma. Se dotará a dicha valla de una cancela de entrada con candado para impedir el paso de personas ajenas.

---

<sup>2</sup> Polietileno de alta densidad

<sup>3</sup> Ensayo de punzonamiento estático

## **G. Balsa de pluviales**

Tendrá unas dimensiones de 27x15x5 m con un volumen total de 1.200 m<sup>3</sup>. Se colocará en una cota ligeramente superior a la balsa de lixiviados para que, en caso de desbordamiento, el agua rebosada caiga desde la balsa de pluviales a la de lixiviados y no de forma inversa.

La cara norte de la balsa tendrá una inclinación del 30% y una superficie rugosa, para permitir el acceso de la maquinaria en caso de que sea necesario. El resto de caras de la balsa serán verticales.

Se empleará como material impermeabilizante una lámina de geomembrana PEAD de 1,5 mm de espesor, con una resistencia CBR a punzonamiento de 1,8 kN y una resistencia al desgarramiento superior a 140 kN/m.

Se efectuará un vallado de la balsa, formado por malla de simple torsión, de 10 mm de paso de malla y 1,1 mm de diámetro, acabado galvanizado y postes de acero galvanizado, de 48 mm de diámetro y 2 m de altura. Esta estará separada 3 m del borde de la balsa, permitiendo una pista de acceso a cualquier punto de la misma. Se dotará a dicha valla de una cancela de entrada con candado para impedir el paso de personas ajenas.

### **7.2.2. Instalación de saneamiento**

El objetivo de esta instalación de saneamiento es la evacuación de las aguas pluviales, de limpieza y de proceso.

El sistema de evacuación es separativo y se desarrollará en función de la posible utilidad de estas aguas en el proceso de compostaje:

- Las aguas pluviales se consideran aguas limpias que serán recogidas y almacenadas en la balsa de pluviales y posteriormente empleados para el riego de las masas de vermicompostaje y fermentación.
- Las aguas de proceso se considerarán como contaminantes y se almacenarán en la balsa de lixiviados. Se emplearán para el riego de los residuos en fermentación que todavía no hayan superado la fase termófila, ya que pueden contener patógenos.

Por lo tanto, el sistema de saneamiento de la planta de compostaje estará compuesto por dos líneas separadas. La línea de pluviales, que recogerá todas las aguas consideradas limpias y la línea de aguas de proceso, que conducirá todas las aguas consideradas sucias.

Para la recogida de pluviales, todos los edificios dispondrán de canalones y bajantes, además de arquetas en su base y colectores, que irán recogiendo el agua y conduciéndolo a la balsa de pluviales. A medida que los colectores sean susceptibles de acumular mayor cantidad de agua, su diámetro aumentará. Para la recogida y conducción de agua las superficies tendrán una inclinación del 1% hacia las arquetas y los colectores tendrán la misma inclinación hacia la balsa de pluviales.

El sistema de recogida de aguas de proceso dispondrá también de arquetas y colectores, protegidas estas por rejillas para evitar la obstrucción de los segundos. Para la recogida de los lixiviados, los edificios tendrán cunetas interiores que conduzcan los líquidos hacia las arquetas. Los colectores, con una inclinación del 1%, comunicarán con la balsa de lixiviados, donde se acumularán estos líquidos para ser aprovechados posteriormente para riego.

Se dispondrá de una tercera línea, que recogerá las aguas de limpieza, que pueden contener productos químicos y que no puede almacenarse con el resto de líquidos, ya que impediría su aprovechamiento para riego. Para ello, se instalará una arqueta en la parte más baja de ambos almacenes, donde se realizarán las tareas de limpieza, con una arqueta que dispondrá de tapa, y que comunicará con la granja de conejos, donde tiene su propio sistema de gestión de las aguas de lavado de sus instalaciones.

La explotación cunícola dispone de todos los servicios sanitarios exigidos por la legislación. Debido a que la planta de compostaje se localiza anexa a la propia granja y serán los propios trabajadores los que gestionen ambas, y con el fin de reducir los gastos innecesarios, no se instalarán infraestructuras para fecales. En el Anexo VII. II “*Instalación de saneamiento*”, se explica de forma más detallada todos los cálculos.

### **7.2.3. Instalación de riego**

El objetivo de la instalación de riego es dotar a la explotación de un sistema que garantice que los requerimientos de humedad de los materiales a tratar se mantengan dentro de los límites exigidos, para que el proceso se desarrolle en las mejores condiciones posible.

Se instalarán dos sistemas de riego independientes, que serán capaces de abastecer las necesidades de agua para cada uno de los procesos, que son la fase activa o de fermentación y la fase de vermicompostaje. La fase de maduración no necesitará de riego.

El primero de los sistemas constará de una instalación de riego mediante aspersores, que será móvil, colocándose solo en el momento de riego. En el caso del vermicompostaje, la instalación será fija y suspendida sobre los caballones, empleando boquillas para la difusión del agua. En todos los casos, las tuberías serán de PVC.

En la fase activa, el riego se hará una vez por semana, con unas necesidades hídricas aproximadas de 65,4 m<sup>3</sup>. El riego en el vermicompostaje se realizará con más frecuencia, para mantener el nivel de saturación de humedad, siendo este aproximadamente 3 veces por semana. Las necesidades semanales en el vermicompostaje son de 50,8 m<sup>3</sup>, que puede dividirse en varios riegos.

El agua de riego se obtendrá en primer lugar de las balsas (de pluviales o de lixiviados según sea fermentación o vermicompostaje) y, en caso de no ser suficiente, de la red general, cuya toma principal se encuentra en la granja.

Para la conducción del agua se emplearán tubos de PVC de 99,4 mm de diámetro para la fase activa y de 211,8 mm para la línea de riego del vermicompostaje. Los ramales de riego serán de 99,4 y 75 mm, respectivamente.

Se emplearán dos bombas para el bombeo del agua de riego. Estas tendrán una potencia de 4,3 kW para la impulsión de los lixiviados y de 9,2 kW para las pluviales, siendo capaces de aportar un caudal de 24 y 96 m<sup>3</sup>/h, respectivamente. Todo ello queda adecuadamente justificado en el Anexo VII.III “*Instalación de riego*”.

#### 7.2.4. Instalación eléctrica

La energía eléctrica se suministra a partir del cuadro general de la granja, anexa a la planta de compostaje y propiedad de los promotores.

Se colocarán cuadros secundarios en cada una de las edificaciones, siendo un total de 6: almacén de estructurante, nave de maduración, invernaderos de vermicompostaje, almacén de producto y balsas (x2).

La instalación eléctrica deberá ser capaz de suministrar energía para las exigencias establecidas en el proyecto. Estas son de 2 tipos: luminarias y tomas de fuerza.

**Tabla 8: Tabla resumen de necesidades de energía eléctrica**

EDIFICIO	CIRCUITO	LUMINARIAS		TOMAS DE FUERZA	
		Nº	Potencia (W)	Nº	Potencia (W)
Almacén estructurante	C-1	24	1.212	2	10.000
Nave maduración	C-2	24	1.176	2	10.000
Invernadero vermicompostaje	C-3	6	2.352	2	10.000
Almacén producto	C-4	12	626	3	12.200
Balsa lixiviados	C-5	4	120	1	4.300
Balsa pluviales	C-6	6	180	1	9.200
<b>TOTAL</b>		<b>110</b>	<b>5.664</b>	<b>11</b>	<b>55.700</b>

Cada uno de los 6 cuadros secundarios tendrá una capacidad de 11.212 W (C-1), 11.176 W (C-2), 12.352 W (C-3), 10.626 W (C-4), 4.420 W (C-5) y 9.380 W (C-6).

La instalación eléctrica será entubada y enterrada en los tramos exteriores y con cables multipolares sobre rejillas, que facilita la evacuación del calor, en la instalación interior.

Se instalarán tres tipos de elementos de protección (fusibles, interruptores diferenciales e interruptores magnetotérmico) como se refleja detalladamente en el anejo VII.IV “*Instalación eléctrica*”.

## **8. CUMPLIMIENTO DEL CÓDIGO BÁSICO DE EDIFICACIÓN**

### **8.1. DE SE Seguridad Estructural**

Todos los diseños y cálculos recogidos en este proyecto siguen las instrucciones y cumplen la normativa recogida en el CTE (Código Técnico de la Edificación). Todo ello está recogido en el anejo VII “*Ingeniería de las obras*”, subanejos y anejo XII “*Instalación contra incendios*”.

### **8.2. DB SI Seguridad en caso de Incendios**

El presente proyecto, al tratarse de una industria, se remite al Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales, Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre.

Los requerimientos de instalación obligatoria y opcional están reflejados en el anejo XII “*Instalación contra incendios*”, en el cual, se expone su ubicación, número y dimensionamiento de los sistemas de protección.

### **8.3. DB HS Salubridad**

Todos los diseños y cálculos recogidos en este proyecto siguen las instrucciones y cumplen la normativa recogida en el CTE (Código Técnico de la Edificación). Todas ello está reflejado en el subanejo VIII.II “*Instalaciones de saneamiento*”.

### **8.4. DB HR Protección frente al Ruido**

El presente proyecto está exento del cumplimiento del CTE (Código Técnico de la Edificación) de protección frente al ruido. Esto se debe a que la industria en cuestión se encuentra a una distancia superior a los 2.500 m del núcleo de población más cercano (Valverde de Campos, Valladolid).

## 9. PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS

El comienzo de las obras se realiza al finalizar los procesos de emisión de permisos y contratación de empresa o empresas encargadas de realización de obras. Este tiempo, también se tiene en cuenta como periodo de realización de la obra.

El proceso de ejecución de la obra junto con todas las actividades necesarias para su realización y su disposición en el tiempo, viene reflejados en el Anejo IX “*Programación para la ejecución del proyecto*”.

El proyecto comienza el día 3 de agosto con la autorización, permisos y licencias, y finaliza el día 10 de febrero del año 2021, con la recepción de la obra. El tiempo total de días laborables del proyecto es de 164 días, considerando como festivos los sábados y domingos.

El número máximo de empleados situados en la obra durante el momento de máximos requerimientos de personal es de 10.

En el grafo Pert y el diagrama Gantt, que aparecen en el anejo anteriormente citado, se indica de forma más gráfica.

## 10. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El Estudio de Seguridad y Salud es un documento que forma parte del proyecto y que establece una previsión de los procedimientos, equipos y medios auxiliares a emplear en la obra, exponiendo los riesgos laborales previstos y las medidas a adoptar para evitarlos y/o reducirlos, así como los servicios sanitarios a disponer en la obra, todo ello según lo establecido en el artículo 4 del Real Decreto 1627/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

En el Anexo XI “*Estudio de Seguridad y Salud*” se identifican todos los riesgos laborales que pueden ser evitados y quedan detalladas aquellas medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar o reducir los riesgos que no puedan ser evitados.

## 11. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

La normativa que se deberá de cumplir en el ámbito del estudio de prevención ambiental es el Real Decreto Legislativo de 1/2015, de 12 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundado de la Ley de prevención Ambiental de Castilla y León, además de sus modificaciones posteriores. Con carácter estatal se hará referencia a la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

Este proyecto no deberá someterse a una evaluación ambiental ordinaria, ya que sus características no se incluyen dentro del Grupo 8 “*Proyectos de tratamiento y gestión de residuos*” del Anexo I de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. Pero sí que se enmarca en el Grupo 9, letra b), del Anexo II “*Instalaciones*”.

de eliminación o valorización de residuos no incluidas en el anexo I que no se desarrollen en el interior de una nave en polígono industrial, o con cualquier capacidad si la actividad se realiza en el exterior o fuera de zonas industriales". Por lo que será necesaria una evaluación de impacto simplificado, realizándose para ello la redacción de un Informe de Impacto Ambiental.

Del mismo se extrae que los factores ambientales más afectados pueden ser las aguas y suelo cercanos, por la generación de lixiviados. Pero eso se puede evitar con una adecuada impermeabilización de las superficies y una correcta recogida y gestión de los lixiviados. La generación de olores y polvos derivados de las masas en fermentación y las operaciones de movimiento de las mismas se pueden reducir al mínimo siguiendo una serie de buenas prácticas, contempladas dentro de este proyecto.

Este Informe de Impacto Ambiental queda detallado en el Anexo VIII del presente proyecto, "*Estudio de Impacto Ambiental*".

## 12. ESTUDIO ECONÓMICO

Con el estudio económico se pretende analizar la viabilidad del proyecto diseñado, previo a su desarrollo e implantación.

El presente proyecto tiene una inversión inicial de 1.693.081,93€, considerando una vida útil de 20 años. La tasa de inflación empleada ha sido del 2,00%, una tasa de incremento de cobros del 1,86% y una tasa de incremento de pagos del 2,24%. Por su parte, se tendrá en cuenta una tasa mínima de actualización del 0,50 % y un incremento del 0,50 %. La tasa de actualización con la que se calcularán los índices será del 6%.

Se han estudiado dos posibles formas de financiación: con capital aportado solo por el promotor (financiación propia) o a través de la petición de un préstamo bancario del 60% de la inversión inicial (financiación mixta).

Los resultados obtenidos de ambos supuestos quedan resumidos en la tabla siguiente.

**Tabla 9: Tabla resumen de resultados del Estudio Económico**

SUPUESTO	DESCRIPCIÓN	INDICADOR DE RENTABILIDAD	RESULTADO
<b>S.1</b>	Financiación propia (100% promotor)	VAN (€)	640.268,86
		P. recuperación (a)	14
		Q	0,38
		TIR (%)	9,39
<b>S. 2</b>	Financiación mixta (40% promotor / 60% préstamo)	VAN (€)	820.243,68
		P. recuperación (a)	12
		Q	1,21
		TIR (%)	13,45

En el análisis de sensibilidad se ha comprobado que la inversión sería rentable ante cualquier de las situaciones estudiadas.

En el caso de la financiación propia, la situación más favorable (-3% variación de la inversión, 6% de variación de los flujos y 20 años de duración del proyecto), permite obtener una TIR del 11,15% y un VAN de 831.062,37€. Por el contrario, la situación más desfavorable (3% variación de la inversión, -6% de variación de los flujos y 18 años de duración del proyecto), ofrece una TIR del 7,80% y un VAN de 257.506,52€.

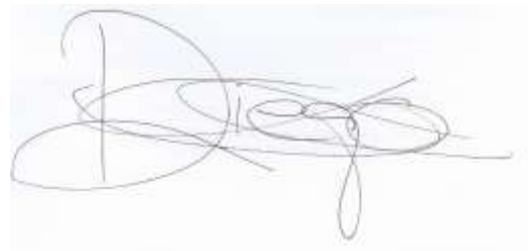
Por su parte, en el supuesto de financiación mixta, la situación más favorable (-3% variación de la inversión, 6% de variación de los flujos y 20 años de duración del proyecto), permite obtener una TIR del 16,29% y un VAN de 1.011.037,19€. Por el contrario, la situación más desfavorable (3% variación de la inversión, -6% de variación de los flujos y 18 años de duración del proyecto), ofrece una TIR del 10,88% y un VAN de 437.481,34€.

Siendo el caso de la financiación mixta el que mejores resultados ofrece, será la opción que se planteará para el desarrollo del proyecto.

### 13. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CONCEPTO	IMPORTE (€)
1. Acondicionamiento del terreno	18.016,53
2. Cimentaciones	335.354,82
3. Estructuras	239.883,25
4. Albañilería	85.989,34
5. Cubiertas	51.835,59
6. Instalaciones	132.670,16
6.1. Eléctricas	31.254,36
6.2. Riego	15.965,75
6.3. Saneamiento	46.756,40
6.4. Iluminación	16.919,04
6.5. Vermicompostaje	19.924,88
6.6. Contra incendios	1.849,73
7. Gestión de residuos	47.762,80
8. Seguridad y salud	1.937,22
9. Maquinaria	355.350,00
10. Cerrajería	53.920,55
Presupuesto de ejecución material (PEM)	1.322.720,26
16% gastos generales	211.635,24
6% beneficio industrial	79.363,21
Presupuesto de ejecución por contrata (PEM + CG + BI)	1.613.718,72
Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEM + CG + BI)	1.952.599,64
Honorarios por redacción del proyecto (2% PEM)	26.454,40
21% IVA	5.555,42
<b>TOTAL</b>	<b>32.009,83</b>
Honorarios dirección de obra (2% PEM)	26.454,40
21% IVA	5.555,42
<b>TOTAL</b>	<b>32.009,83</b>
Estudio de Seguridad y Salud (1% PEM)	13.227,20
IVA (21%)	2.777,71
<b>TOTAL</b>	<b>16.004,91</b>
Coordinación de Seguridad y Salud (1% PEM)	13.227,20
IVA (21%)	2.777,71
<b>TOTAL</b>	<b>16.004,91</b>
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>	<b>2.048.629,13</b>
<b>PRESUPUESTO TOTAL (sin IVA)</b>	<b>1.693.081,93</b>

Palencia, a 14 de Julio de 2020



---

Fdo: Diego Conde Cid

Alumno del Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

**MEMORIA**

**ANEXO I: ANTECEDENTES**



## ÍNDICE ANEJO I

<b>1. PROBLEMAS EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN EXPLOTACIONES</b>	<b>1</b>
<b>2. LA MATERIA ORGÁNICA EN LOS SUELOS</b>	<b>2</b>
<b>3. SITUACIÓN DEL SECTOR DEL COMPOSTAJE</b>	<b>6</b>
<b>4. SITUACIÓN DE LA ZONA</b>	<b>9</b>
4.1. Descripción de la parcela .....	9
4.2. Descripción de la zona .....	11
4.3. Requisitos de la parcela .....	12
<b>5. ESTUDIO SOCIO-ECONÓMICO</b>	<b>12</b>
5.1. Población en la provincia de Valladolid .....	12
5.2. Población activa en la provincia de Valladolid.....	14
5.3. Economía de la provincia de Valladolid.....	15
5.4. Situación socioeconómica en Valverde de Campos.....	15
5.5. Conclusiones.....	16
<b>6. SITUACIÓN DEL SECTOR CUNÍCOLA</b>	<b>16</b>
<b>7. GRANJA POTOSÍ</b>	<b>18</b>
<b>8. LA ECONOMÍA CIRCULAR</b>	<b>21</b>
<b>9. ESTUDIO DE COMPOSTAJE ELABORADO POR ETSIIAA</b>	<b>22</b>
9.1. Introducción.....	22
9.2. Composición y evolución de las pilas.....	23
9.3. Resultados finales .....	25

<b>10. ESTUDIO DE MERCADO</b>	<b>29</b>
10.1. Introducción.....	29
10.2. Situación del mercado.....	30
10.3. Balance de mercado.....	31
10.4. Definición del mercado.....	32
10.5. Mercado de lombrices.....	39
10.6. Conclusiones.....	41

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Cantidades de residuos sólidos de naturaleza orgánica generados en España en 2009</i>	8
<i>Tabla 2: Resultados iniciales de análisis químicos de residuos de granja</i>	23
<i>Tabla 3: Caracterización del material compostado de la pila RM + L al inicio del proceso activo (0) y final del proceso de maduración (214).</i>	26
<i>Tabla 4: . Caracterización del material compostado de la pila RM + S1 al inicio del proceso activo (0) y final del proceso de maduración (214).</i>	27
<i>Tabla 5: Caracterización del material compostado de la pila RM + S2 al inicio del proceso activo (0) y final del proceso de maduración (214).</i>	28
<i>Tabla 6: Clasificación del tipo de compost en base a los valores límite de concentración de metales pesados (mg/kg) en productos fertilizantes (RD 999/2017)</i>	29

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<i>Imagen 1: Mapa del contenido en materia orgánica de los suelos de España.</i>	
<i>Fte: Ministerio de Medio Ambiente, 2005</i>	5
<i>Imagen 2: Situación de la parcela</i>	10
<i>Imagen 3: Orografía de la parcela</i>	11
<i>Imagen 4: Población por municipios de la Provincia de Valladolid</i>	14
<i>Imagen 5: Vista aérea de las naves</i>	19
<i>Imagen 6: Jaulas modelo Rodeiro y carro de alimentación superior</i>	20
<i>Imagen 7: Ciclo circular del proceso de compostaje en la granja de conejos</i>	22
<i>Imagen 8: Usos del compost según países de la UE</i>	30
<i>Imagen 9: Zona prioritaria de comercialización (radio de 25 km)</i>	35
<i>Imagen 10: Zona secundaria de comercialización (radio 50 km)</i>	36

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1: Evolución de las tierras de cultivo en el mundo (FAO, 2010)</i>	3
<i>Gráfico 2: Evolución del consumo de fertilizantes y la superficie fertilizable en España (IRTA, 2013)</i>	7
<i>Gráfico 3: Pirámide de población de Valladolid (2016)</i>	13
<i>Gráfico 4: Comparativa de la distribución del PIB por sectores según ámbito geográfico</i>	15
<i>Gráfico 5: Censo de conejos en España. Distribución por comunidades autónomas (2016)</i>	17
<i>Gráfico 6: Evolución de la producción de carne de conejo en España (2017)</i>	18
<i>Gráfico 7: Evolución diaria de la temperatura las pilas de compostaje.</i>	24

## 1. PROBLEMAS EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN EXPLOTACIONES

La ganadería tradicional ha experimentado a nivel mundial un cambio en su producción hacia la especialización, intensificación y concentración de explotaciones en áreas concretas. Esto ha llevado a la aparición de explotaciones intensivas, con un gran número de animales que se concentran en determinadas zonas. La estrecha interrelación entre el ganado y la actividad agrícola tiende a desaparecer, y el valor del estiércol, que era la forma tradicional de fertilizar los suelos se pierde, de manera que lo que antes era un recurso se acaba transformando en un residuo de difícil gestión. Esto, unido a la elevada producción de estiércoles en las zonas de concentración de ganadería intensiva ha conllevado a la aparición de zonas excedentarias en deyecciones, provocando problemas de contaminación en suelos y acuíferos.

Cuando no se puede minimizar el volumen de las deyecciones, se deben buscar alternativas para su gestión, siendo necesarios los diferentes tratamientos de los mismos. Estos tratamientos pueden aplicarse desde el inicio del proceso, es decir, en la alimentación, empleando piensos fácilmente digeribles, que generen deyecciones con menor contenido en nutrientes, hasta en los propios estiércoles, recuperando este exceso de nutrientes. Con ello, se quiere alcanzar el residuo cero para el presente año 2020, siguiendo el programa *Horizon 2020*.

En las últimas décadas han ido desapareciendo un alto porcentaje de pequeñas explotaciones en favor de grandes explotaciones intensivas. Esto viene provocado por un mercado competitivo, permitiendo satisfacer una demanda creciente de alimentos de origen animal a un precio asequible. Pero también ha conllevado un aumento de la problemática medioambiental ligada a la actividad pecuaria. Principalmente estiércoles, cadáveres y residuos zoonosológicos, todos ellos, difíciles de gestionar.

Los estiércoles están compuestos por excrementos y orina de los animales, junto con restos de las camas (paja, serrín...), además de pequeñas porciones de restos de comida, agua de limpieza e incluso productos químicos. La diferencia con los purines, es que estos últimos tienen una consistencia más líquida.

Las cantidades y características depende de: la especie, edad, alimentación, estado fisiológico, tipo de explotación, manejo del ganado, prácticas de limpieza y el ambiente de la explotación. Así mismo, las condiciones de almacenamiento y su duración tienen una importante influencia.

Los estiércoles presentan un gran valor como fertilizante. Su nutriente principal es el nitrógeno (N), que se encuentra mayoritariamente en nitrógeno amoniacal ( $\text{N-NH}_4$ ), con disponibilidad casi inmediata para la planta. Está seguido de otros nutrientes, como fósforo (P) y potasio (K), de forma mayoritaria, además de menores cantidades de magnesio (Mg) y microelementos.

Algunos de los principales efectos medioambientales provocados por la aplicación continuada de estiércoles, se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Contaminación de aguas: por lixiviación como por lavado del suelo, provocando problemas de eutrofización (nitrógeno en forma amoniacal o de nitratos, fósforo, potasio, etc.)
- Emisiones al aire: olores, gases (dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), amoníaco (NH<sub>3</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), sulfuro de hidrogeno (SH<sub>2</sub>) y partículas.
- Contaminación de suelos: metales pesados, acidificación por la nitrificación, salinización (sodio, calcio, magnesio, cloro, sulfatos), cambios de pH (calcio principalmente, pero no el único).

Las tendencias legislativas en el ámbito de la gestión de residuos se basan en la gestión integral de estos. La gestión integral implica abordar el ciclo en su totalidad, desde la minimización en origen, hasta el uso final de los productos obtenidos.

Las tecnologías de tratamiento se encuentran “en medio” del proceso de actuación y han de dar respuesta a la pregunta “*qué hacer para obtener un producto con una calidad determinada*”, a un coste económico asumible, con garantías para una operación adecuada y con un mínimo impacto ambiental y social.

Las tecnologías más extendidas han basado su éxito en su grado de desarrollo, su relación efectividad/coste de inversión y operación, o en su facilidad de manejo.

Según la “*Guía de Buenas Prácticas en Explotaciones Cunícolas*” y siguiendo el Reglamento (CE) 1069/2009, “*en el caso del estiércol, si la Autoridad Competente no considera que presenta un riesgo de propagar enfermedades transmisibles graves, se utilizará sin transformar como materia prima en una instalación de biogás o de compostaje o se someterá a tratamiento en una instalación autorizada para tal fin*”.

El compostaje del estiércol se muestra como una alternativa muy favorable, ya que reúne los anteriores requisitos, además de que el alto contenido en amoníaco y bajo en metano de los estiércoles no hace viable su tratamiento anaerobio. A esto hay que añadir que ofrece otros beneficios como son la reducción de volumen, la estabilización de sus nutrientes, su higienización y amortiguación de la estacionalidad de su producción, entre otros. Es un proceso conservativo con los nutrientes, es decir, que se mantienen en el sistema cambiando tan solo su estado de oxidación.

## 2. LA MATERIA ORGÁNICA EN LOS SUELOS

El suelo está formado por material inorgánico (arena, limo y arcillas), materia orgánica, agua, gases y organismos vivos, entre los que se produce un intercambio continuo de moléculas mediante procesos físicos, químicos y biológicos.

Considerando al suelo desde un punto de vista holístico, existen diversos factores que de un modo u otro condicionan los tipos y actividades de los seres vivos que en él habitan, los cuales, a su vez, determinarán su formación y evolución.

Tradicionalmente, la calidad del suelo ha sido evaluada por su capacidad para generar producción agrícola. Sin embargo, en la actualidad su papel crítico en el mantenimiento de la calidad medioambiental está más que probada, influyendo en última instancia en la salud humana.

La materia orgánica de un suelo procede, de modo natural, de residuos orgánicos, principalmente de origen vegetal y, en menor medida, animal, que se pueden encontrar en diferentes estados de descomposición y evolución. La materia orgánica de un ecosistema maduro se encuentra en constante evolución, alcanzando un equilibrio dinámico cuando las entradas de carbono al suelo, por los aportes de los residuos se igualan a las salidas, debido a procesos de mineralización y lixiviación de sus fracciones solubles. Un cambio inadecuado en el manejo o uso del suelo puede desajustar el equilibrio y provocar grandes pérdidas de materia orgánica.

La materia orgánica aporta al suelo características físicas (estructura, estabilidad de agregados, poder calorífico, densidad aparente, capacidad de infiltración, porosidad, capacidad de retención de agua), químicas (nutrientes de liberación lenta, pH, conductividad eléctrica) y bioquímicas (desarrollo de poblaciones microbianas autóctonas, metabolitos).

Actualmente, la agricultura utiliza el 11% de la superficie terrestre para la producción de cultivos. La producción agrícola ha crecido entre 2,5 y 3 veces durante los últimos años, aunque la superficie necesaria para ello no lo ha hecho en igual medida (Gráfico 1). Esto se debe al aumento significativo que se ha conseguido en el rendimiento de los cultivos, pero ha tenido también consecuencias negativas, como la degradación de los recursos edafológicos.

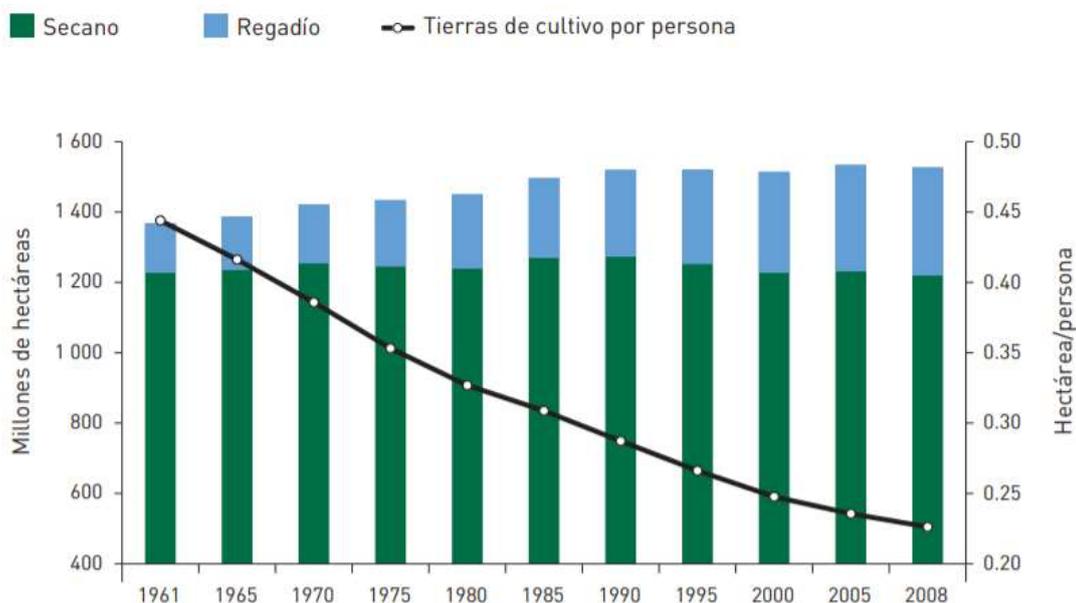


Gráfico 1: Evolución de las tierras de cultivo en el mundo (FAO, 2010)

Se sabe que la agricultura tiene un efecto significativo en los contenidos en materia orgánica del suelo, provocando su pérdida por consumo, exposición a la atmósfera, erosión, etc. La pérdida anual de materia orgánica varía enormemente dependiendo de las prácticas agrícolas, el tipo de cultivo, el drenaje del suelo y las condiciones climáticas y, a no ser que esta materia orgánica sea rápidamente repuesta, el sistema entra en un estado de continua degradación, consumiendo más recursos de los que produce.

Se considera que son dos tipos de mecanismos los que, de forma más importante, pueden producir un descenso en los niveles de materia orgánica de un suelo: la erosión y el lixiviado.

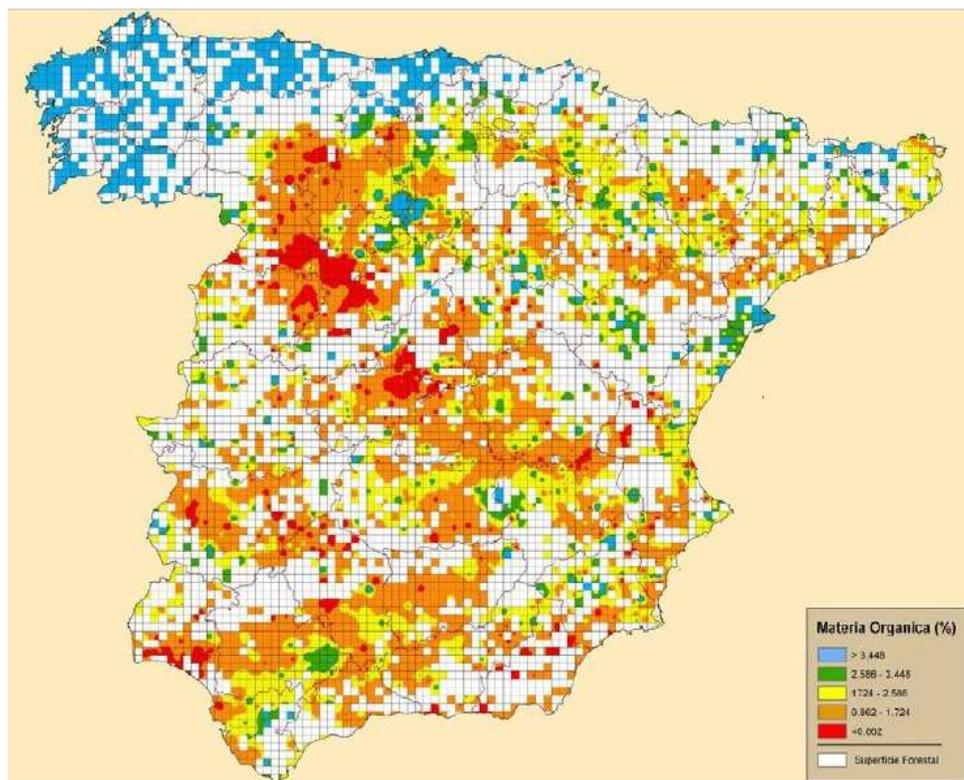
La erosión del suelo, en sus diversas manifestaciones, puede considerarse como uno de los principales factores e indicadores de la degradación del suelo y de los ecosistemas en España, con importantes implicaciones de índole ambiental, social y económica. Según datos de la Asociación Española de Agricultura de Conservación, más del 50% del suelo agrícola está clasificado con un riesgo medio-alto de erosión.

Se ha de diferenciar entre la erosión natural, fenómeno modelador del paisaje, cuyos efectos se aprecian a escala geológica, y la erosión antrópica o acelerada, causada por el uso inadecuado de los recursos naturales por el hombre, que conlleva una degradación del paisaje.

La erosión, como agente de degradación del suelo, conlleva consigo la desertificación, considerándose esta última como *“degradación de la tierra en las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, causada fundamentalmente por la actividad humana y las variaciones climáticas.”*

Según el Inventario Nacional de Erosión de Suelos del Ministerio de Medio Ambiental, Medio Rural y Marino, se estiman unas pérdidas de suelo aproximadas, en la provincia de Valladolid, de 0,96 t/ha-año, destacando valores de 1,78 t/ha-año en Medina de Rioseco. Esto conlleva una cualificación de la erosión como muy leve o leve. Su orografía poco accidentada es uno de los factores que ayuda a este bajo índice.

Se establece, por consenso, que unos niveles idóneos de materia orgánica, en función del tipo de suelo, son: 1,65% en suelos arcillosos y 2,5% en arenosos. Teniendo en cuenta estos valores y el mapa del contenido de materia orgánica de los suelos de España (Imagen 1) en el que se muestra que, con excepción de algunas zonas de Galicia y el Norte de la Península, una parte importante de suelos tiene un contenido en materia orgánica que oscila entre el 1 y el 2%, se puede considerar que los suelos españoles son deficientes en su mayoría.



**Imagen 1: Mapa del contenido en materia orgánica de los suelos de España. Fte: Ministerio de Medio Ambiente, 2005**

Varios estudios sobre los niveles críticos de materia orgánica en suelos agrícolas del área mediterránea, concluyeron que un contenido en carbono de un 1% podría ser el límite por debajo del cual la interacción óptima del sistema suelo-cultivo podría verse comprometida, incluso cuando se suministren los fertilizantes minerales adecuados.

Dada la estrecha relación entre el contenido de materia orgánica de un suelo y su fertilidad, es fundamental mantener un nivel adecuado de materia orgánica. Los elementos más finos del suelo, que conforman el complejo arcillo-húmico, en donde se almacenan los nutrientes, son más fácilmente arrastrados por la erosión, disminuyendo la fertilidad del suelo. Para ello, es indispensable disponer de nuevas fuentes de materia orgánica que permitan reponer las pérdidas derivadas de un manejo inadecuado.

### 3. SITUACIÓN DEL SECTOR DEL COMPOSTAJE

Uno de los problemas que se plantea en las sociedades industrializadas es la cantidad de residuos que se generan anualmente, a los que se debe dar una salida, gestionándolos de la manera más económica, social y ambientalmente posible.

La generación de residuos sólidos orgánicos en las actividades urbanas, agropecuarias e industriales representa una de las principales formas de deterioro del medio ambiente al no existir un aprovechamiento racional o un reciclaje sistemático generalizado.

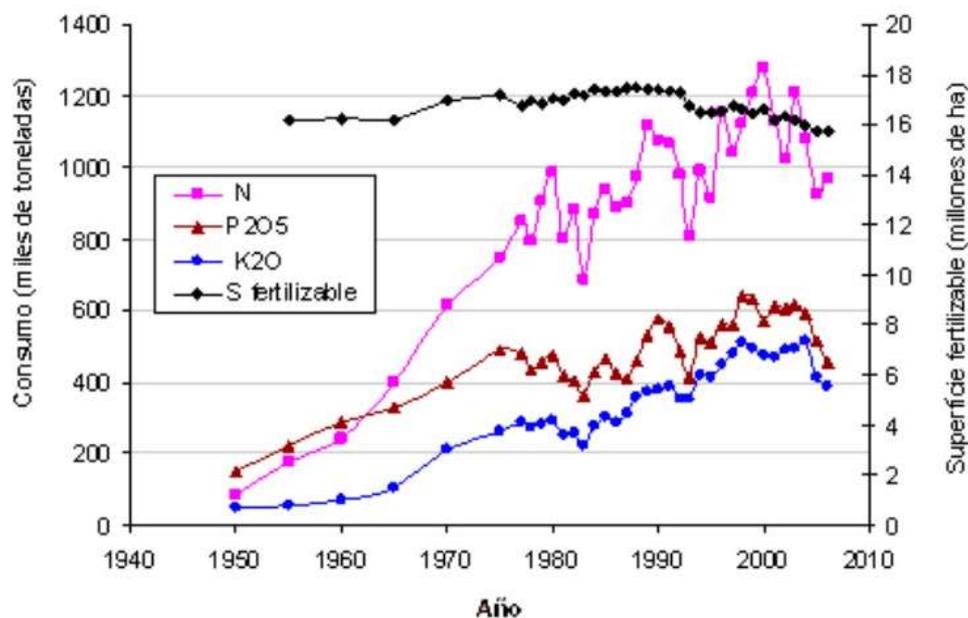
Un problema asociado al sistema de compostaje actual radica en que la gestión de residuos se torna como una oportunidad de negocios muy atractiva, que tiene como consecuencia el predominio de los intereses económicos frente a los fundamentos biológicos del compostaje, valorándose solo el beneficio económico obtenido, sin estimar su efecto sobre el entorno (tanto positivos como negativos). Ello provoca que no se considere la mejor forma de gestión de residuos, si no la más rentable económicamente.

La legislación española (Ley 10/1998) ha regulado al respecto que, los residuos, se deben gestionar siguiendo el principio jerárquico de minimización; reutilización; reciclado (incluyéndose el compostaje y la biometanización), la valoración y finalmente el tratamiento y eliminación (en vertedero) de su fracción residual.

Los residuos orgánicos no suelen ser susceptibles de reutilización. Por ello, la mayoría de tratamientos de sustratos orgánicos más ventajosos ambientalmente son los que permiten la recuperación y/o reciclaje de la materia orgánica.

El término compostaje tiene su origen etimológico en el verbo latino "*componere*", que significa "mezclar". Las evidencias de acumulación y fermentación de residuos y su posterior aprovechamiento como enmiendas agrícolas se remontan a las primeras civilizaciones. Sin embargo, el desarrollo de la técnica de compostaje a gran escala tiene su origen en la India entre los años 1924 y 1931, gracias a las experiencias realizadas por el británico Sir Albert Howard. Este, creó el "*Proceso Indoore*", que consiste en la acumulación de capas sucesivas de residuos vegetales y animales, en proporción 3:1, creando una pila con forma trapezoidal, con volteos periódicos. Se obtenía un producto estabilizado al final de 90-100 días.

Durante la primera mitad del siglo XX se extendió por todos los continentes, con diferentes variaciones y avances en su mecanización, como respuesta a los problemas de generación de ingentes cantidades de residuos en las grandes ciudades. A la vez, ofrecía un producto, el compost, que podía emplearse para fertilizar la tierra. Pero la producción masiva de fertilizantes a partir del descubrimiento del proceso Haber-Bosch relegó los fertilizantes a un plano secundario. Aun así, siguieron las experiencias y avances en la industrialización del proceso.



**Gráfico 2: Evolución del consumo de fertilizantes y la superficie fertilizable en España (IRTA, 2013)**

La producción de compost en los últimos años ha experimentado un gran auge debido a que, además de ser un material de gran valor agronómico, el propio proceso por el que se obtiene es, en sí mismo, un sistema de tratamiento de *biordesiduos* económico y respetuoso con el medio ambiente, que involucra directamente a la sociedad responsabilizándola de los residuos que genera. Aunque antiguamente estaba ligado exclusivamente al mantenimiento de la fertilidad del suelo, actualmente, es mayor el interés en su valor como sistema de gestión de residuos.

Por su parte, el vermicompostaje como actividad a gran escala, que se basa en el empleo de lombrices para el tratamiento de residuos, es de reciente creación y se inicia a mediados del siglo XX. En Egipto se consideraba a las lombrices como animales sagrados y Aristóteles y Darwin se dieron cuenta de su importancia para el correcto desarrollo del suelo. Pero no es hasta los años cuarenta cuando su cultivo se intensificó para fines comerciales y su relevancia como proceso para estabilización de residuos orgánicos se da en los años setenta en Europa, con una notable dimensión de algunos centros de producción de lombrices con expectativas comerciales para reducir desechos sólidos en los vertederos. La tecnología de vermicompostaje en la gestión de los residuos orgánicos convencionales y no convencionales, ha crecido considerablemente, a medida que ha ido aumentando los conocimientos sobre el proceso, aunque principalmente ha estado enfocado al tratamiento de excretas de animales.

Diferentes legislaciones como la Directiva 1999/31/CE relativa al vertido de residuos y la Directiva 2006/12/CE relativa a los residuos, supusieron grandes impulsos para el compostaje como alternativa para la gestión de los mismos.

En el espacio rural se producen importantes cantidades de residuos biodegradables, que provienen, por una parte, de los residuos domésticos y, por otra parte, de los residuos agrícolas y ganaderos, que constituyen la principal fuente de residuos biodegradables a nivel europeo. Sin embargo, según la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA) apenas se compostan el 10% de los residuos orgánicos generados, salvo en ciertos países. Hay que añadir a esto la existencia de plantas cuya gestión es inadecuada, lo que provoca productos de mala calidad y contaminación.

En España se generaban en 2009 más de 364 millones de toneladas de residuos sólidos de naturaleza orgánica de los cuales más del 60% pertenecían al sector agroforestal (Tabla 1). Son los residuos más abundantes, y también los más dispersos y difíciles de controlar, constituyendo uno de los principales focos de contaminación de aguas y suelos. Esto demuestra que es en las zonas rurales donde la producción y consumo de residuos es mayor.

**Tabla 1: Cantidades de residuos sólidos de naturaleza orgánica generados en España en 2009**

	Cantidad (t)	Porcentaje (%)
<b>Urbanos</b>	9.795.975	2,7
<b>Lodos EDAR</b>	5.717.765	1,6
<b>Industria agroalimentaria</b>	120.000.000	32,9
<b>Agrícolas</b>	40.000.000	10,9
<b>Ganaderos</b>	183.000.000	50,2
<b>Forestales</b>	6.000.000	1,7
<b>TOTAL</b>	364.513.740	

El tratamiento mediante compostaje o biometanización en las zonas de generación son alternativas muy interesantes desde el punto de vista económico y ambiental, reduciendo el coste de transporte hasta sus zonas de tratamiento o aplicación. Para el compostaje de estos residuos no se precisan sistemas complejos, pero es necesario prestar un cuidado importante a las proporciones de las mezclas y un buen manejo para una correcta evolución.

El uso generalizado de fertilizantes inorgánicos y la adaptación de la maquinaria de aplicación a estos productos han sido algunos de los factores que han llevado a este mínimo aprovechamiento de los restos orgánicos en zonas rurales, lo que ha repercutido en una pérdida de materia orgánica en suelos de cultivo. A esto hay que añadirle otras causas, como la amplia variedad de materias primas disponibles y su distribución deslocalizada.

En los entornos rurales de varios países europeos, entre los que destacan Austria o Alemania, predominan un tipo de instalaciones de compostaje, con una capacidad de tratamiento pequeña, gestionadas directamente por agricultores. Estos a la vez que compostan adecuadamente los residuos orgánicos generados en su actividad, realizan gestiones de recogida y tratamiento de biorresiduos generados en su población más cercana. La combinación de ambas fuentes de restos orgánicos permite crear sinergias positivas. Se generan nuevas fuentes de ingresos para los

agricultores, diversificando sus actividades, aumentando de esta forma la estabilidad social en áreas rurales. Esta estabilidad social en las áreas rurales es uno de los temas de mayor preocupación en la actualidad.

A pesar de estas cifras, los mayores avances, visibilidad y número de plantas de compostaje se dedican a la gestión de los anteriormente mencionados biorresiduos urbanos.

Aproximadamente 30 millones de toneladas de biorresiduos recolectados por separado se compostan anualmente en unas 3.500 plantas de tratamiento en toda Europa, según datos de 2014 de la Red Europea de Compost. En Europa, los principales productores de compost de RSU<sup>1</sup> son Alemania (42%), RU (10%), Austria (9%) e Italia (7%). En estos países, tanto la producción como el consumo está más estandarizada y extendida.

En Alemania existe la Organización Alemana de Control de la Calidad del Compost (BGK) que apoya la venta del compost mediante directrices de aplicación e información sobre la calidad del mismo. Se realizan además formación de los potenciales clientes. El caso de Austria es similar, con la Sociedad Austriaca de Calidad del compost (SAQ).

En Italia, además de la existencia de una organización equivalente a las anteriormente mencionadas, algunas regiones cuentan con programas de subvenciones para reducir el empleo de fertilizantes minerales y su sustitución por compost, además de la obligación, por parte de las Administraciones de un porcentaje de gastos en “compras verdes”.

Estas son algunas de las medidas implementadas en otros países para incrementar el desarrollo y uso del compost, que en España carece de sus homólogos.

En cuanto a las instalaciones para vermicompostaje, aunque están mucho menos extendidas y son de menor tamaño, destacan algunas de gran capacidad de tratamiento, como en EEUU, de hasta 3.400 t/año o en Reino Unido, con aforo de 1.000 t/año.

## 4. SITUACIÓN DE LA ZONA

### 4.1. Descripción de la parcela

Las parcelas en las que se pretende llevar a cabo el proyecto, se sitúan en las coordenadas 41°49'46.0"N 5°00'40.0"W. La referencia catastral de ambas parcelas es 47186A003001100000BB y 47186A003000570000BO, consideradas como suelo rústico y con uso principal agrario. Tienen una superficie de 20.024 m<sup>2</sup>, 5.185 m<sup>2</sup> de los cuales están ocupados por las naves ganaderas, y 65.920 m<sup>2</sup>, sin ninguna construcción, respectivamente. Se encuentra a una altura de 844 msnm.

---

<sup>1</sup> Residuos Sólidos Urbanos. Actualmente se les considera como Residuos Domiciliarios Orgánicos

Se localizan a 2,5 km del núcleo urbano (Imagen 2), con acceso a través de un camino rural directamente desde Valverde de Campos o a través de la carretera N-601 entre los km 225-226.



**Imagen 2: Situación de la parcela**

La parcela presenta una orografía que determina claramente el aprovechamiento de la misma. La mayor parte de la misma es prácticamente llana, como se ve en las líneas de nivel que se encuentran muy separadas (Imagen 3). Destaca su tercio oriental, el más alejado al camino, donde las líneas son más próximas. Esto permite adaptar la planta de compostaje, ubicando las balsas para la recogida de líquidos a una menor cota.



**Imagen 3: Orografía de la parcela**

## 4.2. Descripción de la zona

Valverde de Campos se localiza en la provincia de Valladolid, concretamente en la comarca de Tierra de Campos, a 7 km de Medina de Rioseco y a 38 km de la capital de la provincia, conectada a la primera por la carretera VA-515 y a su vez con Valladolid por la N-601. La carretera VA-515 une también a la localidad con Castromonte.

Es un municipio de apenas 100 habitantes y una densidad de 4,9 hab/km<sup>2</sup>, según censo de 2018, cuyo término municipal se extiende 21,22 km<sup>2</sup>, con una altitud de 772 msnm. Las actividades económicas principales son la agricultura y ganadería. En las zonas próximas, destaca Medina de Rioseco, con una población aproximada de 5.000 habitantes. Tanto Medina como las poblaciones colindantes, basan su economía en la agricultura de secano y de regadío (entre los cultivos predominantes destaca la cebada, el trigo, leguminosas, alfalfa para el ganado, y remolacha).

Respecto a la comarca, Tierra de Campos se sitúa en la comunidad autónoma de Castilla y León, y se extiende por las provincias de Palencia, Valladolid, Zamora y León. Se ubica en la parte centro-occidental de la meseta del Duero, entre los ríos Esla y Pisuerga. Se caracteriza por su topografía ondulada, interrumpida por pequeños cerros, propia de las llanuras esteparias de la meseta. Es un territorio llano, deforestado, donde predominan cultivos de cereal.

### 4.3. Requisitos de la parcela

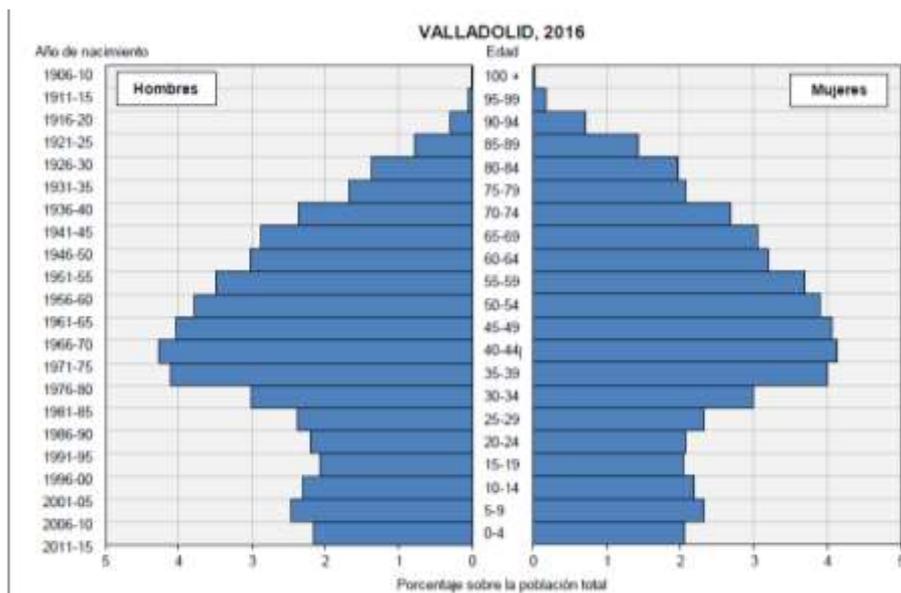
A la hora de la elección del emplazamiento de una planta de compostaje es necesario revisar una serie de factores, con el fin de minimizar el impacto de la misma. Cumpliendo los siguientes puntos, se puede asegurar esto:

- A. Fácil acceso y minimización del recorrido del transporte de materiales por vías pecuarias
- B. Evitar que la vía de acceso atraviese poblaciones
- C. Alejado, al menos 500 metros, de los núcleos habitados
- D. Alejado de cauces al menos 150 metros
- E. Alejado de zonas inundables o de niveles freáticos menores de 1,5 metros de profundidad.
- F. Considerar la dirección preferente de los vientos en relación a núcleos habitados
- G. Instalarse en zonas donde pueda disimular con el entorno

## 5. ESTUDIO SOCIO-ECONÓMICO

### 5.1. Población en la provincia de Valladolid

Según datos del “*Informe de mercado de trabajo de Valladolid del año 2017*”, del Servicio Público de Empleo Estatal (SEPE), Valladolid tiene en la actualidad 521.130 habitantes, un 0,49 % menos que el año anterior. El 85,67 % de la población tenía 16 años o más años, el 63,58 % entre 16 y 64 años y el 22,09 % más de 65 (21,63 % el año anterior). El 51,26% son mujeres y un 48,74% hombres.



**Gráfico 3: Pirámide de población de Valladolid (2016)**

La previsión del Instituto Nacional de Estadística es que el decrecimiento en los próximos años (2016-2031) sea del 0,45% anual cuando en España se espera una pérdida del 0,08% al año.

La edad media de la población en Valladolid es de 45 años, mayor entre las mujeres, 46 años que, entre los hombres, 44, superior a la media española (44 y 41 respectivamente) e inferior a la castellano-leonesa (48 y 45 respectivamente). La esperanza de vida en España es de 83 años.

El 80% de la población provincial se asienta en su capital o en su área próxima. Por su parte, Tierra de Campos concentra al 3,47% del total de la población provincial, con Medina de Rioseco, Villalón de Campos y Mayorga como principales núcleos. El 78% de los municipios en esta zona no llega a 200 habitantes.

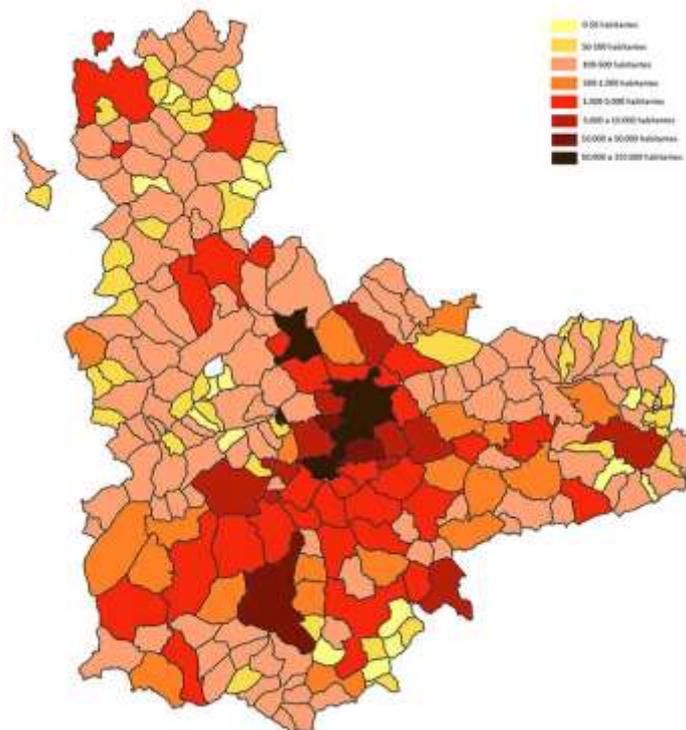


Imagen 4: Población por municipios de la Provincia de Valladolid

## 5.2. Población activa en la provincia de Valladolid

Según la última “*Encuesta de Población Activa*” la tasa de actividad en la provincia es del 56,41%, dos puntos por debajo de la nacional y dos por encima de la castellano-leonesa. El 51,23 % de inactivos correspondió a la categoría de jubilados o pensionistas.

Aproximadamente, el 70% de la población activa trabaja el sector servicios, el 20% en la industria, un 4,95% en la construcción y el resto, 2,88%, en la agricultura. La tasa de paro provincial fue el 14,32%, más de dos puntos por debajo de la nacional y casi un punto por encima de la de Castilla y León.

El 74,58% de los centros de cotización tenía menos de seis trabajadores. Los que superaron cincuenta sólo suponían el 2,78%. La recuperación se ha consolidado en Castilla y León; la mitad de los empresarios aseguran que sus ventas aumentaron en 2017, que crecieron las plantillas y que han incrementado sus inversiones.

En el área de Medina del Campo se situó el 6% de los afiliados y el 9% de los contratos y del paro.

El sector primario en Castilla y León, según la Junta de Castilla y León, decreció un 9,9% en 2017, aumentó la producción ganadera y disminuyó de forma importante la agraria. El sector agrícola contempla un 2,32% del total de contratos de la provincia de Valladolid.

Debido a la estructura que presenta el mercado de trabajo, la contratación de ocupaciones de baja cualificación es la mayoritaria. Es señalable el aumento de un 20,71% de la contratación a trabajadores agrícolas cualificados.

### 5.3. Economía de la provincia de Valladolid

En Valladolid las actividades que más han facturado a lo largo de 2017, entre las veinticinco con mayor volumen y de naturaleza privada, han sido automoción y empresas auxiliares de ésta, agroalimentación y agropecuaria, servicios a empresas y comerciales, actividades financieras (seguros), energía (gas), transporte sanitario, farmacia, iluminación, metalurgia, maquinaria y actividades recreativas.

Según el Ministerio de Agricultura, la industria de alimentación y bebidas es el primer sector industrial en facturación y un importante generador de empleo, tanto a nivel nacional como en Castilla y León en particular. En total, la agricultura, ganadería y la industria agroalimentaria, suponen el 11% del PIB de Castilla y León.

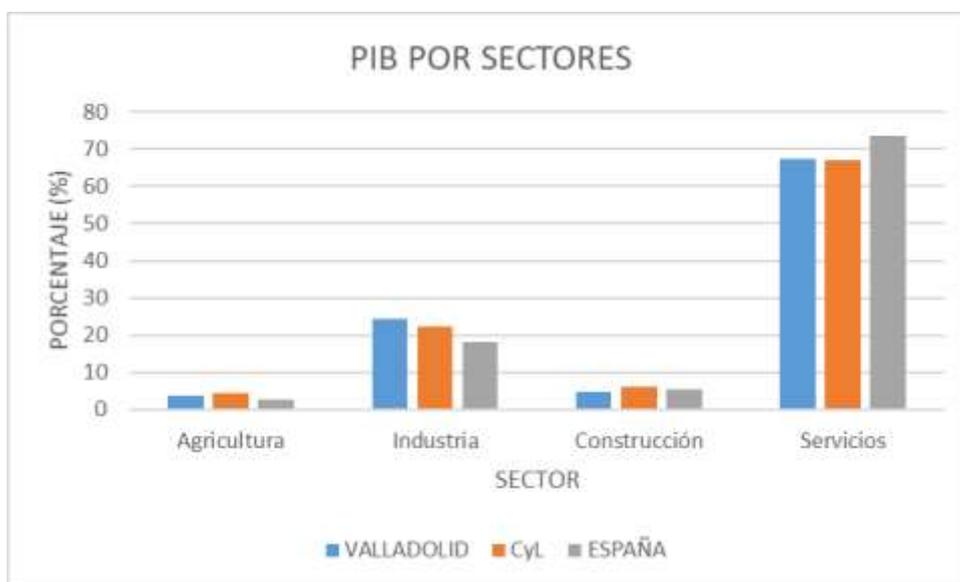


Gráfico 4: Comparativa de la distribución del PIB por sectores según ámbito geográfico

En los tres últimos años algunas de las ocupaciones con mayor volumen de contratación y con variación positiva en el mencionado periodo son peones de las industrias manufactureras, operadores de telemarketing, cocineros asalariados o peones agrícolas.

### 5.4. Situación socioeconómica en Valverde de Campos

La economía de Valverde de Campos se basa principalmente en el sector primario, fundamentalmente en la agricultura y la ganadería, sin que estén definidos

claramente los límites entre uno y otro, pues la mayoría de los productores se dedican a ambas labores de forma simultánea. En este sector está ocupado el 80% de la población activa del municipio. El sector secundario ocupa al restante 20% de la población laboral local, concretamente en la construcción (16%) y en la metalurgia (4%). No existen comercios ni servicios de restauración.

El municipio cuenta con todas las infraestructuras referentes a la red de suministro de agua, saneamiento, energía eléctrica o pavimentación. Pero las instalaciones auxiliares, como estaciones de servicio u otras, se encuentran en Medina de Rioseco. El servicio sanitario se realiza en dependencias del ayuntamiento, aunque no reúne las condiciones mínimas exigidas.

En cuanto a la dinámica poblacional, esta ha sufrido un descenso paulatino, contando actualmente con una población inferior a los 100 habitantes.

## 5.5. Conclusiones

De todo lo anterior se puede concluir que la provincia de Valladolid posee una población con una edad media de 45 años, en decrecimiento y con tendencia a continuar en los próximos años. Sus valores son intermedios entre la media nacional y la de la comunidad. La población se concentra en la capital o sus alrededores y en Tierra de Campos apenas se localiza un 3,5% del total, aunque su superficie respecto al total es muy superior. Además, la mayor parte de estos habitantes se reúnen en tres poblaciones principales, teniendo la mayoría del resto de municipios menos de 200 habitantes, mostrando la radiografía del despoblamiento rural.

Por su parte, una tasa de inactividad del 43,6%, siendo la mitad de ellos jubilados o pensionistas, muestra una población envejecida. El sector agropecuario ha perdido activos y ha decrecido respecto al año anterior, lo que puede significar la concentración e intensificación de estas actividades, aunque las empresas locales son, en su mayoría, inferiores a 6 trabajadores. Cabe destacar que este sector se muestra como uno de los más atractivos para los inversores, por detrás de otro estrechamente relacionado, como es el de la industria agroalimentaria, suponiendo ambos el 11% del PIB de Castilla y León. Es, además, un sector que incluye un importante volumen del total de contrataciones de la región. Puede considerarse, por tanto, un sector estratégico para la comunidad y en concreto para la localidad, ya que supone casi el 80% de la actividad de la población en activo.

## 6. SITUACIÓN DEL SECTOR CUNÍCOLA

En el sector de la cunicultura, a nivel comunitario España es, tras Francia, la segunda productora, representando un 25,5% del total de la producción de carne de conejo de la UE. Toda la producción y consumo, está concentrada en nueve países de la UE, y fundamentalmente en los tres primeros productores (Francia, España, Italia), que abarcan más del 85% de la producción comunitaria.

Durante los últimos años el sector productivo ha conseguido una fuerte profesionalización de la actividad, lo que ha provocado un descenso de la producción local en los lugares de consumo donde los circuitos de distribución eran cortos, reduciéndose la producción a cunicultores profesionales, disminuyendo el número de explotaciones.

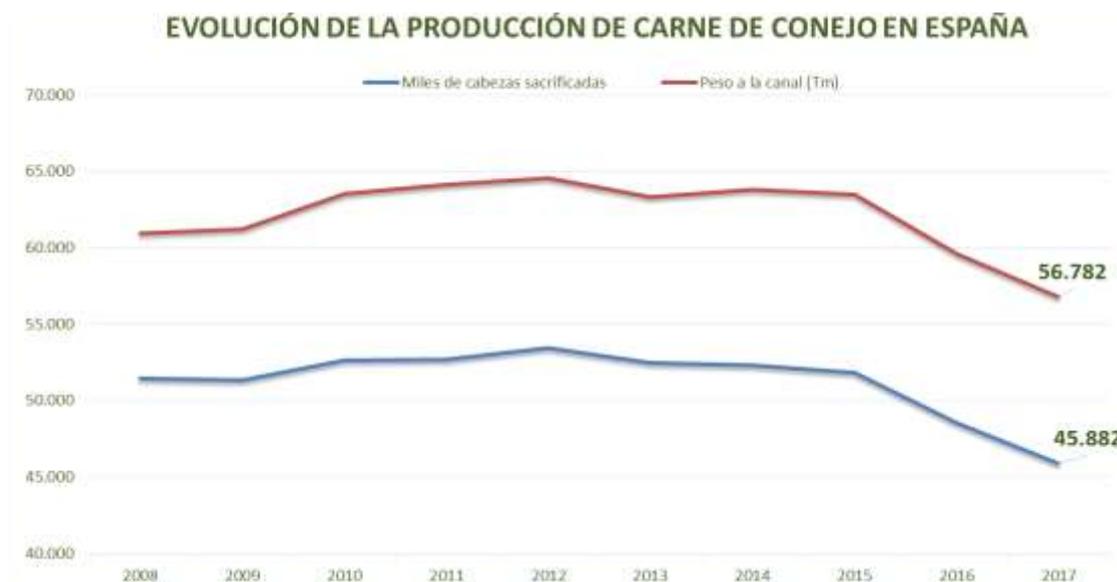
Esta profesionalización del sector tiene como consecuencia la desaparición de las explotaciones de menor dimensión y con menor capacidad competitiva. Este descenso ha sido dramático en los últimos años, coincidiendo con la crisis de mercado producida por el incremento de los costes de producción, de manera que han causado baja casi un 40% de las explotaciones cunícolas en el periodo 2008-2016.

En Cataluña, Castilla y León, Galicia, Comunidad Valenciana y Aragón se concentra más del 80% del censo cunícola. La mayoría de explotaciones se localizan en Cataluña, aunque estas son las de menor tamaño y de carácter familiar, con menos de 400 madres. Castilla y León, Galicia y Valencia, poseen las granjas más profesionalizadas, con explotaciones de más de 800 madres.



**Gráfico 5: Censo de conejos en España. Distribución por comunidades autónomas (2016)**

La producción de carne de conejo en 2017, según datos provisionales, ascendió a 56.782 t con un total de 45,8 millones de conejos sacrificados, una reducción del 6% con respecto a 2016. El censo total en 2017 registró 6.272.786 conejos, un 2,8% inferior a los registros de 2016.



**Gráfico 6: Evolución de la producción de carne de conejo en España (2017)**

La situación de mercado en 2017 ha sido particularmente desfavorable para el sector, con precios muy bajos a lo largo de todo el ejercicio, y con incrementos reseñables solo durante el último tercio del mismo.

En cuanto al comercio exterior, la balanza comercial es claramente positiva. Las exportaciones, que han alcanzado las 7.000 toneladas y 21 millones de euros, con destino principal Portugal y otros Estados miembros, en tanto que las importaciones tienen escaso peso, inferior a las 500 toneladas. En relación con los datos de consumo, en el periodo de enero a julio de 2017, comparados con los mismos meses de 2016, se aprecian ligeros incrementos en el valor y el volumen.

Cabe destacar que, con el fin aportar al sector una nueva herramienta de vertebración y mejorar la posición negociadora de los productores en el mercado, el Ministerio ha impulsado la creación de organizaciones de productores en el sector cunícola mediante la publicación del Real Decreto 541/2016, de 25 de noviembre, que regula su reconocimiento.

## 7. GRANJA POTOSÍ

La empresa “*Granja Potosí*”, con sede en c/ Raúl Guerra Garrido 6, Piso 3, Medina de Rioseco (Valladolid), y fundada en 2004. Se inició con 500 reproductoras, sufriendo una ampliación en 2008, alcanzando las 1.850.

El sistema de manejo está simplificado, siendo a una banda, mediante inseminación artificial. Esta la realiza un centro externo, *El Adil Redondo*, con genética

de la UPV<sup>2</sup>. Las conejas con las que trabaja también provienen del mismo centro donde adquiere abuelas de 1 día de vida y posteriormente las insemina para obtener la hembra reproductora con la que trabaja en la granja.

La granja se estructura en 5 naves (Imagen 5) con un diseño general de vacío sanitario “todo dentro/todo fuera” en grupos de 2 naves. El primer grupo de naves son dos túneles de 40 metros de largo y 10,5 metros de ancho en donde se alojan 3 trenes dobles de jaulas con capacidad de 420 reproductoras más las jaulas de reposición. El segundo grupo de naves tienen 60 metros de largo y 14 metros de ancho, con una distribución de 4 trenes dobles de jaulas y una capacidad total de 768 reproductoras más 300 de reposición.



**Imagen 5: Vista aérea de las naves**

Una nave auxiliar accesoria se emplea para el desarrollo de las abuelas para la cría de reproductoras de reposición, con capacidad para 100 hembras y con igual manejo que el resto de naves.

Las jaulas son del modelo Rodeiro, con nidales de viruta. La alimentación se suministra mediante carros de reparto por encima de las jaulas, alimentándose estos mediante un sistema bi-sinfin desde los silos (Imagen 6). Es suministrada por piensos ASA con el programa estándar con 3 piensos diferenciados: Pienso de reproductoras, Pienso peridestete (amplio espectro) y Pienso de retirada (se administra los 10 últimos días).

---

<sup>2</sup> Universidad Politécnica de Valencia

Alumno: Diego Conde Cid  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural



**Imagen 6: Jaulas modelo Rodeiro y carro de alimentación superior**

El agua se trata con peróxido de hidrógeno para realizar su correcta desinfección y se dispone de un depósito de agua independiente para cada tren de jaulas. La medicación disuelta se aplica con un dosificador móvil que se aplica a la línea o líneas a medicar. Ello permite un mayor control de la dosis medicamentosa y evita la contaminación de los depósitos.

Se realiza la lactación controlada desde el cuarto día de vida hasta el día de la inseminación, que se realiza a 11 días postparto. Para reforzar la fertilidad se realiza un flushing lumínico 8 días antes de la inseminación hasta 10 días después durante 16 horas diarias. La revisión de los nidos se realiza diariamente y en ocasiones hasta dos veces diarias si es necesario. Se obtiene un promedio de 10,5 gazapos/parto con una mortalidad del 3%, que asciende ligeramente durante la lactación y el cebo. Se registra en una ficha todos los datos de los individuos, para llevar un control exhaustivo de la producción y crecimiento.

Todas las naves disponen de calefacción y refrigeración. La calefacción se realiza mediante quemadores de biomasa en un grupo de naves y mediante gas en el otro. Las naves funcionan por depresión mediante 4 extractores de 12.000 m<sup>3</sup> apoyados con 2 extractores más para casos de necesidad como pueda ser en verano. Todo el sistema de ventilación-calefacción-refrigeración está regulado mediante una centralita SKOV que controla mediante 4 sensores distribuidos por la nave las necesidades ambientales de las naves, para mantener la temperatura alrededor de 15°C.

El objetivo de producción son gazapos a 59-63 días con 2,2 kg de peso, que se venden a Mataderos Hermi.

## 8. LA ECONOMÍA CIRCULAR

En 2014, la cantidad total de residuos generados en la EU-28 por la totalidad de actividades económicas y hogares ascendió a 2.503 millones de toneladas; esta cifra fue la más elevada de las registradas en la EU-28 durante el período 2004-2014.

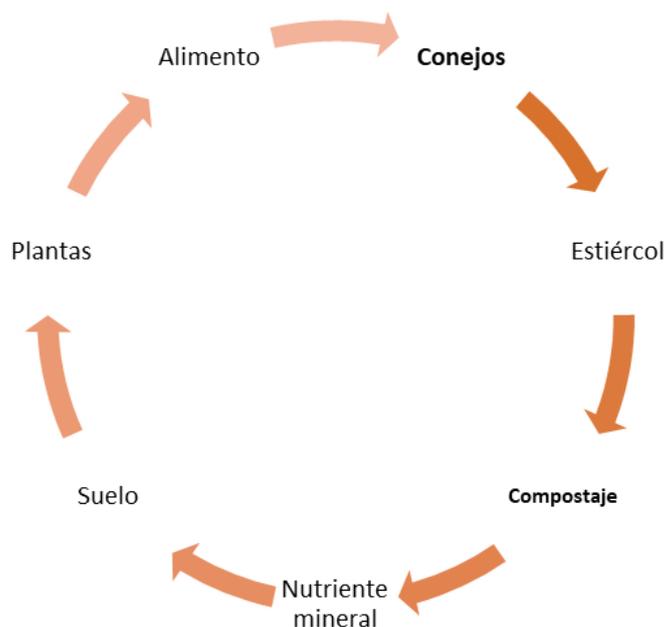
El actual modelo de producción y gestión de recursos, bienes y servicios está diseñado linealmente, generando una serie de residuos de difícil gestión. En la naturaleza, todos los elementos cumplen una función de manera continua y son reutilizados para su aprovechamiento en diferentes etapas.

La economía circular pretende sustituir este modelo de producción por una sociedad implicada en utilizar y optimizar los stocks y los flujos de recursos y materiales (agua, energía y residuos). Es una economía cuyo objetivo es que el valor de los productos y recursos se mantenga en la economía durante el mayor periodo de tiempo posible y que se reduzca al mínimo la generación de residuos.

La hoja de ruta del *Horizonte2020* establece como objetivos intermedios para los residuos que en el 2020: *“se haya reducido la generación per cápita de los residuos, que el reciclado y la reutilización sean opciones económicamente atractivas para los operadores, que se hayan desarrollado mercados funcionales para las materias primas secundarias, que esté garantizado el reciclado de alta calidad, que la recuperación de energía se limite a los materiales no reciclables, que se haya eliminado prácticamente el depósito de residuos en vertederos y que la legislación sobre residuos se aplique en su totalidad”*.

La Directiva 2018/850/CE, determina que *“Deben reforzarse los objetivos establecidos en la Directiva 1999/31/CE del Consejo que imponen restricciones al depósito en vertederos, a fin de que reflejen mejor la ambición de la Unión de avanzar hacia una economía circular. Los objetivos de la Unión Europea son la reducción gradual, hasta llegar al mínimo, de vertido de residuos destinados a vertederos de residuos no peligrosos. La Comisión y los Estados miembros deben garantizar que dicha reducción se enmarque en una política integrada que garantice una aplicación correcta de la jerarquía de residuos, promueva un cambio hacia la prevención incluida la reutilización, hacia la preparación para la reutilización y hacia el reciclado, y que evite una transición del depósito en vertederos hacia la incineración.”*

Una visión holística de los sistemas naturales y humanos permitiría apreciar los residuos no como problema sino como recurso. El residuo sería de este modo un recurso que se encuentra en una forma inadecuada, lo que llevaría a que la gestión más eficiente sería la de ponerlo dónde y cómo sea más eficiente desde el punto de vista ambiental y económico, además de permitir cumplir con los requisitos impuestos por la Unión Europea. Al mismo tiempo, debe tenerse en cuenta la huella de carbono y reutilizar e incorporar a los ciclos biogeoquímicos todos los elementos, componentes y propiedades útiles de los residuos.



**Imagen 7: Ciclo circular del proceso de compostaje en la granja de conejos**

El compostaje de los excrementos de los conejos permite convertir este residuo en un subproducto para un nuevo proceso productivo. Posteriormente, el compost obtenido puede emplearse como fertilizante en la producción de alimentos para los propios conejos, cerrándose el ciclo.

## 9. ESTUDIO DE COMPOSTAJE ELABORADO POR ETSIIAA

### 9.1. Introducción

Desde la Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrícolas de la Universidad de Valladolid (ETSIIAA) y el Instituto Tecnológico Agrario de la Junta de Castilla y León (ITACyL), en colaboración con la Granja Potosí, se planteó una metodología para el aprovechamiento de los residuos producidos y cerrar el ciclo de los materiales. Estos residuos son los excrementos de los conejos y la yacija, consistente en viruta y pelo de conejo.

No obstante, y con el fin de ampliar el espectro de posibles estructurantes, se plantean pilas de compostaje con otros residuos utilizados habitualmente en el proceso (como la paja) para comprobar la efectividad de los residuos producidos en la propia granja.

El primer paso consistió en evaluar la composición de los residuos y, para ello, se tomaron muestras de estiércol y yacija, realizando una caracterización completa en el laboratorio, dando como resultados los expresados en la tabla 2.

**Tabla 2: Resultados iniciales de análisis químicos de residuos de granja**

	Estiércol húmedo		Estiércol seco		Viruta+pelo	
	MED	DV	MED	DV	MED	DV
Humedad (%)	85,1	0,4	-	-	8,8	0,2
Densidad (g L <sup>-1</sup> )	1,07	0,03	-	-	0,22	0,00
pH	6,89	0,15	-	-	8,51	0,10
CE (mS cm <sup>-1</sup> )	914	20	-	-	1717	72
N tot Kjeldahl (g kg <sup>-1</sup> )	0,26	0,03	2,53	0,01	1,67	0,02
N amoniacal (g kg <sup>-1</sup> )	0,07	0,07	0,29	0,01	0,48	0,02
Fósforo (%)	0,06	0,00	0,55	0,04	0,06	0,00
MO (%)	-	-	83,7	0,9	95,6	0,2
C (%)	-	-	41,7	0,3	44,5	0,1
N (%)	-	-	2,3	0,0	1,5	0,1
C/ N	-	-	17,9	0,2	30,1	1,9
K (mg kg <sup>-1</sup> )	5360,77	1688,72	11510,91	686,84	7012,51	1091,53
Na (mg kg <sup>-1</sup> )	1183,27	416,54	2929,07	374,83	1219,83	265,82
Ca (mg kg <sup>-1</sup> )	3837,94	590,65	20630,60	1206,59	2528,12	280,77
Mg (mg kg <sup>-1</sup> )	836,07	45,23	5324,46	201,11	1313,76	68,25
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	6,94	1,33	38,39	2,12	4,14	0,93
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	27,89	0,81	163,10	6,89	54,68	0,68
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	252,09	29,50	1247,45	66,49	36,63	5,68
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	53,47	0,43	418,78	25,52	40,86	5,11
Cr (mg kg <sup>-1</sup> )	8,32	0,56	10,22	1,28	2,15	0,01
Ni (mg kg <sup>-1</sup> )	7,52	0,51	10,38	0,92	4,12	0,76
Pb (mg kg <sup>-1</sup> )	2,84	0,53	2,53	0,57	1,33	0,25
Cd (mg kg <sup>-1</sup> )	0,07	0,01	0,36	0,04	0,08	0,02

## 9.2. Composición y evolución de las pilas

En base a los resultados obtenidos, se plantea una experiencia consistente en tres pilas de compostaje en las que se mezcla estiércol húmedo de conejo con material estructurante (mezcla de viruta y pelo o paja) en diferentes proporciones para dar relaciones C/N igual a 20 o 25. Las pilas resultantes, tuvieron la siguiente composición:

RM+L: estiércol húmedo (3.160 kg) + viruta y pelo (200 kg)

RM + S1: estiércol húmedo (3.160 kg) + paja (52 kg)

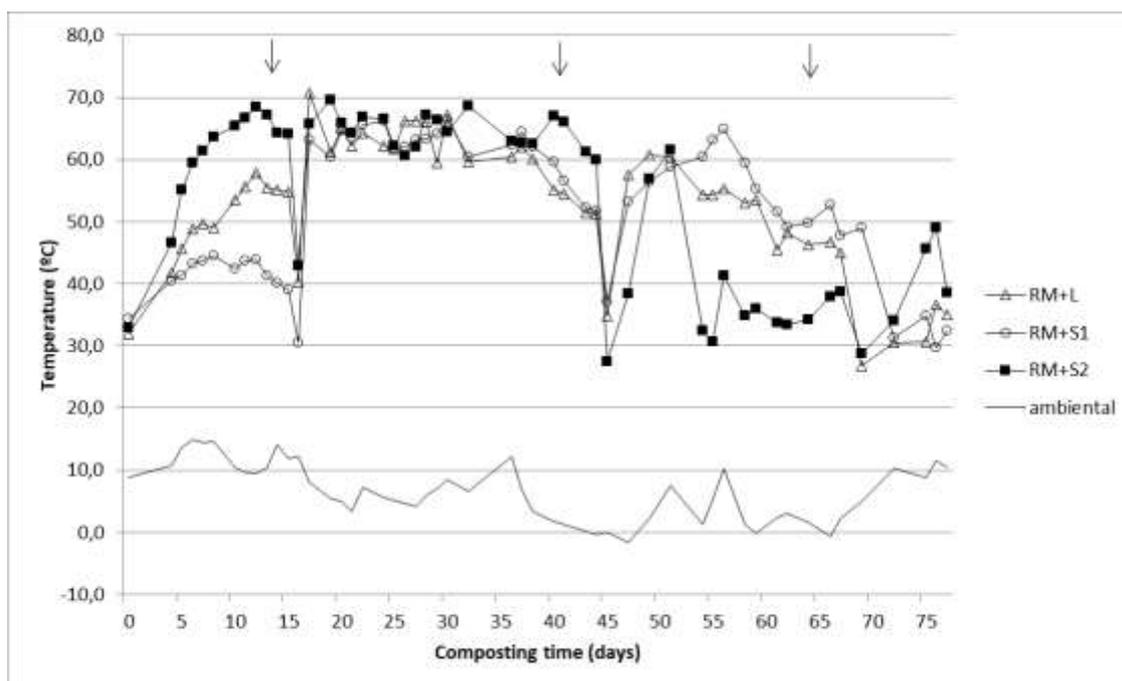
RM + S2: estiércol húmedo (3.160 kg) + paja (52 kg)

El protocolo establecido fue el siguiente:

- Fase activa con una duración de 10 semanas y recogida de muestra semanal de cada pila.
- Fase de maduración durante 5 meses, recogiendo muestra al mes de cada pila.

Inicialmente las pilas 1 y 3 alcanzaron mayor temperatura que la pila 2 (Gráfico 7). Transcurridos 12 días, se observó un descenso de la temperatura en todas las pilas y, se procedió al volteo, recuperando valores óptimos de temperatura. A partir de ese momento, el comportamiento de las pilas fue similar. El valor máximo de temperatura alcanzado en el mes de diciembre para cada una de las pilas fue de 60,8 (pila 1), 64,9 (pila 2) y 61,5 (pila 3). El 4 de enero se tomaron los últimos registros y todas ellas permanecían en temperaturas de en torno a 35°C.

Tras iniciar el volteo, no se observó aumento de temperatura en ningún caso y, por tanto, se dio por finalizada la fase activa del proceso de compostaje. Posteriormente se almacenó el material de cada pila y se inició la etapa de maduración.



**Gráfico 7: Evolución diaria de la temperatura las pilas de compostaje.**

En el RD 999/2017, se establecen los valores que debe presentar compostaje para poder emplearse como producto fertilizante orgánico. Todos los parámetros [ $H_{m\acute{a}x}$  (40%), MO (35%), C/N (< 20), NT (> 1), N-NH<sub>4</sub> (> 1), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total (> 1) y K<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total (> 1)] cumplen con la normativa.

La humedad se mantuvo entre los límites adecuados para el proceso, 40-60%, estabilizándose en torno al 35-40% durante la fase de maduración en todas las pilas.

El contenido de materia orgánica se mantuvo estable durante todo el proceso de compostaje en las tres pilas, oscilando entre el 30 y el 60%. En la etapa de maduración, disminuye ligeramente respecto a la etapa activa, manteniéndose entre el 30 y 40%.

La relación C/N sufrió un descenso brusco durante los tres primeros muestreos, coincidentes con las primeras semanas de experiencia. Desde entonces, mostró un comportamiento estable hasta el final del proceso, con valores en torno a 15-20.

El contenido de N total aumenta con el tiempo de compostaje, alcanzando valores de 0.6, 1.1 y 0.7 % al final del proceso de maduración en las pilas 1, 2 y 3, respectivamente.

El contenido de N amoniacal disminuye a medida que avanza el compostaje, llegando a valores de 0.1, 0.1 y 0.09 % al final de la fase de maduración en las pilas 1, 2 y 3, respectivamente.

El contenido de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total aumentó con el tiempo de compostaje hasta valores de 0.3, 0.5 y 0.4% en las pilas 1, 2 y 3, respectivamente.

El contenido de K<sub>2</sub>O<sub>5</sub> se mantuvo en valores de 1.1 % a 1.4 % en todas las pilas al final del proceso de compostaje.

### **9.3. Resultados finales**

Los resultados obtenidos, tras análisis de laboratorio, de cada una de las pilas, quedan resumidas en las siguientes tablas. Se han indicado los valores exigidos por el RD 999/2017.

**Tabla 3: Caracterización del material compostado de la pila 1 al inicio del proceso activo (0) y final del proceso de maduración (214).**

	RM+L			
	0		214	
	MED	DV	MED	DV
<b>HR (%)</b>	43,68	7,00	36,29	2,57
<b>pH</b>	9,10	0,18	8,67	0,02
<b>CE (mS/cm)</b>	1,52	0,14	1,33	0,00
<b>N tot Kjeldahl (mg/kg)</b>	4058,80	623,81	6096,35	1532,75
<b>N amon (mg/kg)</b>	1955,79	156,95	1303,86	188,85
<b>Nitratos (mg/kg)</b>	29,30	11,68	978,06	155,55
<b>Fósforo ( mg/kg)</b>	2368,62	67,47	3762,05	320,79
<b>Fósforo asimilable ( mg/kg)</b>	21,77	0,30	27,76	1,38
<b>MO (%)</b>	40,58	1,55	29,83	0,58
<b>C (%)</b>	22,51	0,10	17,49	0,12
<b>N (%)</b>	0,86	0,01	0,99	0,01
<b>C/ N</b>	26,17		17,63	
<b>K (mg/kg)</b>	10262,87	625,92	11012,78	330,77
<b>Na (mg/kg)</b>	2629,05	21,69	2610,84	79,81
<b>Ca (mg/kg)</b>	94071,95	2978,13	113331,44	1362,96
<b>Mg (mg/kg)</b>	4232,71	181,18	5572,92	69,94
<b>Cu (mg/kg)</b>	17,27	0,74	22,04	0,60
<b>Mn (mg/kg)</b>	208,67	10,36	259,90	5,61
<b>Fe (mg/kg)</b>	4691,73	190,26	5870,05	52,25
<b>Zn (mg/kg)</b>	48,28	3,09	56,85	1,38

**Tabla 4: . Caracterización del material compostado de la pila 2 al inicio del proceso activo (0) y final del proceso de maduración (214).**

	RM+S1			
	0		214	
	MED	DV	MED	DV
<b>HR (%)</b>	49,29	8,16	40,26	2,05
<b>pH</b>	8,87	0,04	8,88	0,00
<b>CE (mS/cm)</b>	1,68	0,13	1,91	0,02
<b>N tot Kjeldahl (mg/kg)</b>	4343,44	656,91	11026,11	798,54
<b>N amon (mg/kg)</b>	1668,17	1453,84	1080,16	186,23
<b>Nitratos (mg/kg)</b>	72,69	2,82	1114,05	177,60
<b>Fósforo ( mg/kg)</b>	2202,27	80,03	5373,41	551,72
<b>Fósforo asimilable ( mg/kg)</b>	19,56	0,10	40,46	3,79
<b>MO (%)</b>	33,69	0,05	38,32	0,13
<b>C (%)</b>	20,83	0,31	21,15	0,15
<b>N (%)</b>	0,72	0,01	1,54	0,03
<b>C/ N</b>	29,04		13,71	
<b>K (mg/kg)</b>	10389,04	8,83	14269,15	1003,40
<b>Na (mg/kg)</b>	3212,75	188,41	3805,98	394,98
<b>Ca (mg/kg)</b>	115015,00	2946,42	95937,51	6763,75
<b>Mg (mg/kg)</b>	4364,89	61,23	7074,84	507,83
<b>Cu (mg/kg)</b>	17,37	0,35	23,55	11,03
<b>Mn (mg/kg)</b>	220,27	1,43	190,02	96,80
<b>Fe (mg/kg)</b>	5085,49	59,49	3522,90	1892,19
<b>Zn (mg/kg)</b>	45,44	1,34	104,64	95,37

**Tabla 5: Caracterización del material compostado de la pila 3 al inicio del proceso activo (0) y final del proceso de maduración (214).**

	RM+S2			
	0		214	
	MED	DV	MED	DV
HR (%)	64,47	1,62	38,16	3,39
pH	9,24	0,10	8,66	0,05
CE (mS/cm)	1,89	0,12	1,41	0,02
N tot Kjeldahl (mg/kg)	6678,51	826,97	7682,62	1532,56
N amon (mg/kg)	2147,53	149,76	990,68	96,51
Nitratos (mg/kg)	37,67	0,00	911,86	2,85
Fósforo ( mg/kg)	3931,48	480,33	4230,10	162,33
Fósforo asimilable ( mg/kg)	29,31	0,40	37,28	0,82
MO (%)	57,96	1,74	31,85	0,36
C (%)	29,20	0,26	18,50	0,23
N (%)	1,21	0,01	1,26	0,01
C/N	24,11		14,70	
K (mg/kg)	32427,44	3192,12	11557,09	1536,66
Na (mg/kg)	4384,47	368,35	3650,84	265,05
Ca (mg/kg)	61122,32	1222,21	120751,86	3318,72
Mg (mg/kg)	5558,55	57,86	6699,13	295,55
Cu (mg/kg)	23,85	0,32	26,84	2,45
Mn (mg/kg)	177,07	0,81	258,98	25,86
Fe (mg/kg)	3355,30	15,33	5109,87	474,01
Zn (mg/kg)	69,40	3,33	70,27	8,02

Según los límites de concentración de metales pesados que marca la legislación sobre productos fertilizantes, este compost, se podría calificar dentro de la clase A para cobre y zinc (Tabla 6). En el primer caso, los valores se encuentran por debajo de 70 mg/kg y, en segundo lugar, los valores quedan por debajo de 200 mg/kg.

**Tabla 6: Clasificación del tipo de compost en base a los valores límite de concentración de metales pesados (mg/kg) en productos fertilizantes (RD 999/2017)**

METALES PESADOS	LÍMITES DE CONCENTRACIÓN		
	mg/kg de materia seca		
	Clase A	Clase B	Clase C
<b>Cadmio</b>	0,7	2	3
<b>Cobre</b>	70	300	400
<b>Níquel</b>	25	90	100
<b>Plomo</b>	45	150	200
<b>Zinc</b>	200	500	1000
<b>Mercurio</b>	0,4	1,5	2,5
<b>Cromo (total)</b>	70	250	300

Los datos expuestos demuestran que la tecnología de compostaje mediante volteos empleando paja y yacija como estructurantes es factible para el tratamiento de los residuos de la granja, generando de forma paralela un producto de grandes aptitudes agronómicas.

## 10. ESTUDIO DE MERCADO

### 10.1. Introducción

Previo al desarrollo y elaboración de un proyecto, debe investigarse el sector objetivo al que se va a enfocar el producto, que en este caso es el de los fertilizantes orgánicos y sustratos. Por ello, se debe llevar a cabo un estudio con el que se conozca la situación del mercado actual y su posible evolución, con el fin de conocer la viabilidad del proyecto.

Además, se podrá conocer que productos y en que formato son los más demandados por los clientes, permitiendo un enfoque desde el inicio del proyecto, mejorando las garantías de éxito.

Por otro lado, la producción de lombrices, aunque es un producto secundario del proceso productivo, suponen una fuente de ingresos extra, que debe de ser considerada y estudiada.

Se hará una exploración de los precios de estos productos en el mercado, lo que permitirá ofrecer un valor orientativo con el que salir a venta y estimar los beneficios obtenidos.

## 10.2. Situación del mercado

En general, aquellos países con un mayor consumo de compost presentan una recogida selectiva de residuos muy desarrollada y consolidadas, además de la existencia de un organismo que agrupa a los agentes implicados en el proceso, normalizando el producto. Esto se puede observar en países como Alemania, Austria o Italia, como se vio en el apartado 3 del presente Anejo. A esto hay que añadirle que las fluctuaciones en los precios y demanda del producto son mucho menores.

Los usos del compost varían mucho en función de los países (Imagen 8). Destaca Portugal con un uso casi total para agricultura o Dinamarca, que destina casi la mitad a jardinería. En España se emplean casi  $\frac{3}{4}$  partes para agricultura, seguido del sellado de vertederos.

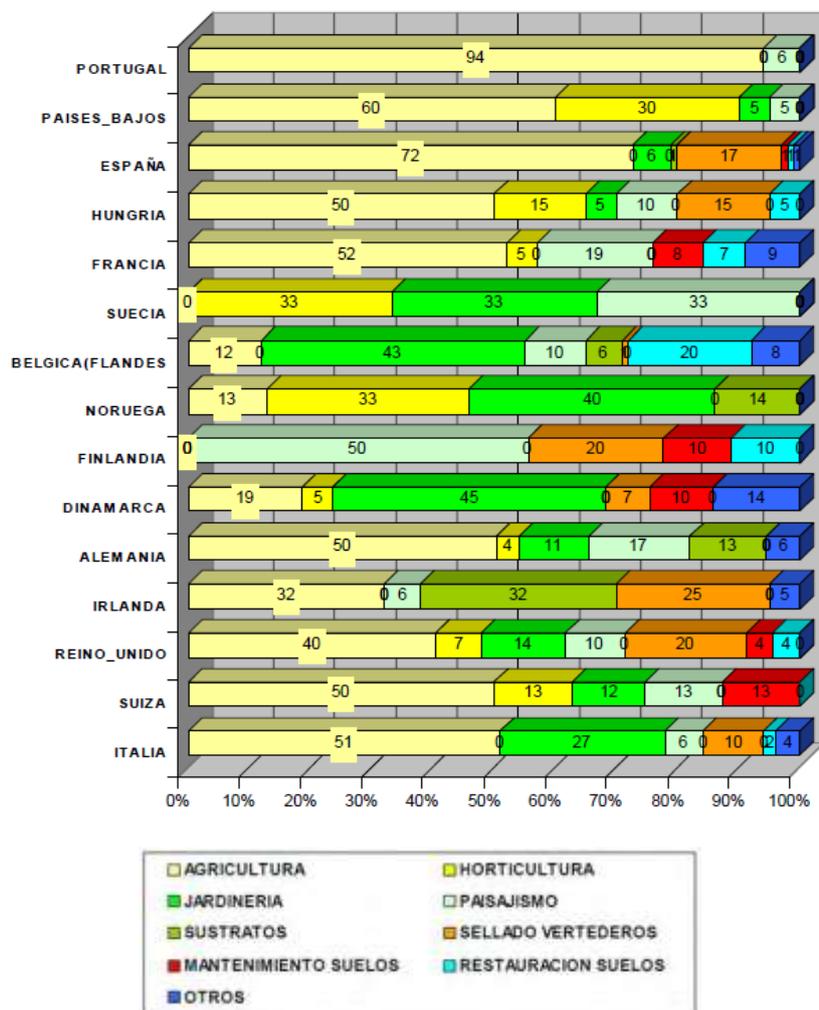


Imagen 8: Usos del compost según países de la UE

En la comunidad de Castilla y León el uso principal es la agricultura, superando las  $\frac{3}{4}$  partes del total, seguido del sellado de vertederos. El resto de destinos pueden considerarse prácticamente inexistentes en la comunidad. Destacan Andalucía, cuya

única utilización es la agricultura; Galicia, donde el uso principal es el sellado de vertederos, seguido de la jardinería; o Asturias, donde más del 75% de la producción se destina a jardinería.

### **10.3. Balance de mercado**

#### **A. Producción de compost en Castilla y León**

La producción de compost en Castilla y León, según el último estudio que se realizó (2006), se estimaba aproximadamente en 284.000 toneladas, estando entre las cinco principales comunidades de España.

La categoría de estos compost se encontraba entre los rangos B, C o sin categorizar, demostrando un bajo interés en su producción. Los precios que se pagaban no alcanzaban 1€/tonelada.

#### **B. Demanda de compost en Castilla y León**

A la hora de estimar la demanda potencial se puede realizar a partir de datos de anteriores estudios o de estimaciones de consumo en función de sus usos.

De este modo, diversos trabajos han cifrado la demanda potencial de productos de compostaje en España en el año 2015 en más de 7 millones de toneladas anuales:

- Agricultura = 5.000.000 t
- Jardinería y zonas verdes = 2.000.000 t
- Uso particular = 200.000 t

Concretamente en la comunidad de Castilla y León, hay que retrotraerse a estudios de principios de siglo (2001), que estiman un consumo aproximado de 350.000 toneladas anuales, desglosadas en:

- Agricultura = 297.000 t
- Jardinería y zonas verdes = 50.000 t
- Otros usos = 5.000 t

Respecto a las estimaciones en función de sus posibles aplicaciones, el Ministerio de Medio Ambiente considera unos consumos mínimos según usos:

- Viña y frutales = 1-2 t/ha·año
- Regadío = 0,5 t/ha·año
- Hortícola = 2,5-3 t/ha·año

- Campos de golf = 8 t/ha·año
- Jardinería = 20 kg/habitante·año
- Empresas de restauración = 10% de lo empleado en jardinería

La provincia de Valladolid posee amplias extensiones de viñedos y, en menor medida de frutales. Los campos de golf también pueden ser otro sector objetivo, ya que son grandes consumidores de sustrato y buscan dar una imagen de concienciación ecológica, no siendo el factor económico un limitante tan exigente como en otros casos.

### **C. Balance oferta-demanda**

Como se ha indicado anteriormente, en España en 2015 se cifraba una demanda potencia en más de 7 millones de t/año y la producción de compost de calidad no alcanzaba los 3 millones, obteniéndose un balance de un déficit aproximado de 4 millones de toneladas anuales.

Según estimaciones del Ministerio de Medio Ambiente en 2001, en Castilla y León el balance era el siguiente:

- Oferta = 284.000 t/año
- Demanda = 352.000 t/año
- Balance = - 68.000 t/año

Todos los estudios demuestran un claro aumento en la demanda de compost y un déficit en el balance producción/consumo que continua, incluso aumentando, tanto a nivel de la comunidad de Castilla y León como del resto de España.

## **10.4. Definición del mercado**

### **A. Usos del compost/vermicompost**

La aplicación del compost y del vermicompost es muy amplia, aunque la mayor calidad y costo del humus hacen que su empleo sea más rentable para el sector de la jardinería y viverístico. Por ello, es necesario conocer cuáles son los usos más importantes, para enfocar la producción en dicha dirección.

Los principales usos quedan englobados en dos grupos:

- Enmienda orgánica
  - Elaboración de sustratos (con o sin mezclas con otros materiales)
  - Acondicionador del suelo, como sustituto de la turba. La turba es un recurso no renovable.
  - Preparación de campos deportivos o de ocio (golf, zonas verdes...)
  - Preparación de terreno para nuevas plantaciones y repoblaciones (tanto como sustrato como fertilizante de liberación lenta)
  - Fertilizante orgánico de liberación lenta (aplicar en invierno para que los nutrientes estén disponibles en desarrollo de planta en primavera), sustituto de los fertilizantes orgánicos.
- Restauración ambiental
  - Biorremediación
  - Rehabilitación de suelos y estabilización de taludes
  - Aplicación directa en suelos tras incendios para reducir riesgo de erosión
  - Mulching
  - Sellado de vertederos
  - Biofiltros

## **B. Clientes potenciales**

Conocidos los posibles usos que pueden tener los productos comercializados, debe estudiarse a que espectro del mercado deben focalizarse, en función de sus características. Actualmente los principales sectores demandantes y sus principales características son:

- Agricultura (> 50%)
  - Son los mayores clientes potenciales y su demanda es en grandes cantidades

- Incluye desde agricultores por cuenta propia hasta cooperativas agrícolas o distribuidores de fertilizantes.
  - No presenta tantas restricciones como otros sectores, especialmente en lo referente a la calidad y presentación
  - Existe un gran desconocimiento sobre el compost y sus aplicaciones
  - Son clientes de oportunidad, que principalmente compran cuando los precios son más bajos. No puede definirse como un mercado.
  - Generalmente prefieren el producto a granel o en big bags
  - Hay que diferenciar entre 2 tipos de agricultura: convencional y ecológica
  - Por sus características técnicas, cultivos como la viña, frutales, hortícolas o producción ecológica son clientes más interesados que la agricultura extensiva.
- Viveros y centros de jardinería y paisajismo (20%)
    - Hay una demanda creciente, especialmente como sustituto de la turba y sustratos, que no son renovables
    - Entre ellos se incluyen empresas de jardinería y paisajismo, viveros, campos de golf, empresas de preparación de sustratos, etc.
    - Prioridad de precios a la baja
    - Exigen productos de buena calidad
    - Gran desconfianza hacia el producto. Se exigen demostraciones.
    - En formato ensacado, debidamente etiquetado
  - Entidades públicas para mantenimiento de zonas verdes
    - Para el mantenimiento de jardines públicos o huertos urbanos.
    - En las licitaciones prima el precio más bajo
    - El aumento de la conciencia ecológica y de la economía circular por parte de la ciudadanía es un factor muy positivo.

- Empresas de obras públicas
  - Las partidas dedicadas a la creación de suelos están muy ajustadas
  - Priman productos fáciles de distribuir y baratos
  - Los requerimientos de calidad no son tan altos
- Pequeños consumidores
  - Venta en canal detallista, en sacos de poco volumen.
  - Muy importante la presentación y la información de su uso

### C. Área de distribución

Varios estudios determinan que un área de distribución superior a 50 km no es rentable. Por ello, se acotarán dos zonas, una preferente, de 25 km a la redonda y otra de interés secundario, inferior a 50 km.

Dentro de la zona preferente de comercialización (Imagen 9), no se encuentran grandes núcleos de población, salvo Medina de Rioseco. El sector comercial principal, dentro de esta área, será el agrícola.



Imagen 9: Zona prioritaria de comercialización (radio de 25 km)

Dentro de la zona secundaria (Imagen 10) sí que se encuentran núcleos de población de mayor tamaño, como son Valladolid, Palencia, Zamora y sus áreas metropolitanas. También otras entidades de menor dimensión, como son Tordesillas, Villalpando, Toro o Villalón de Campos.

El espectro de posibles clientes se amplía, pudiéndose enfocar tanto para el sector de los sustratos (viveros y jardinería) como para el de los abonos (agricultura,

jardinería y restauración). En función del tipo de cliente se enfocará el tipo de producto y su presentación. Por otra parte, la calidad del producto permitirá acceder a unos consumidores u otros, variando el área de distribución.



**Imagen 10: Zona secundaria de comercialización (radio 50 km)**

#### **D. Requisitos del compost para su comercialización**

- Materias primas de calidad
- Precio competitivo. Adecuar precios a los productos que se asemeja y con los que quiere competir
- Asemejarse a casas comerciales de otros productos con los que compite, como son las casas de fertilizantes o sustratos, y que los usuarios puedan identificar
- Estándares de calidad definidos y unificados
- Cumplir estándares de calidad
- Eficiencia probada del producto

#### **E. Problemas del compost para su comercialización**

- Falta de situación estructurada y legislación unificada que permita su venta en los países de la UE y competir con otros productos.
- Falta de estándares de calidad y diferenciación del compost en función de su origen

- Competencia muy fuerte (especialmente en el sector de la jardinería) con otros productos ya asentados y conocidos. Además, estas casas comerciales, poseen personal dedicado en exclusiva a la comercialización, distribución, asesoramiento... con productos diferenciados y enfocados a diferentes usos.
- Gran desconocimiento entre los posibles usuarios de sus características y posibles aplicaciones. Por ello no se valora adecuadamente
- Muchas veces se ha regalado, por lo que la gente no lo valora y no está dispuesta a pagar dinero por él.
- Dificultad de las plantas de compostaje para establecer contacto con los potenciales clientes
- Ausencia de formatos adaptados a cada necesidad, como si lo hacen otros productos de la competencia
- Falta de relación calidad-precio y gran diversidad de precios
- Existencia de gran variedad de productos, de baja calidad o con procesos incompletos, que crean confusión y degradan la imagen del compost
- Compost producido con suministros de materias primas inestables, que provocan variaciones en su composición. Esto obliga al cálculo continuo de la formulación de aplicación.
- Dificultad de aplicación o poca distribución de maquinaria adaptada para ello (falta de características físicas para su aplicación), lo que dificulta su competitividad frente a los fertilizantes inorgánicos
- Demanda muy estacionalizada. Por ello se debe gestionar bien la producción y almacenamiento
- Muy determinado por el factor distancia. El coste del transporte es muy alto respecto al precio del producto. Por ello es un producto de consumo local

## **F. Factores para mejorar su comercialización**

Conocidos los potenciales clientes y los productos exigidos por estos, es necesario considerar algunos parámetros que favorezcan su comercialización.

- Incluir los costes y beneficios ambientales de cada tecnología de tratamiento de los residuos.

- Remarcar su carácter sostenible:
  - Supone la valorización de residuos
  - Reduce el envío de residuos a vertedero (objetivo de la UE)
  - Se cierra el ciclo de los materiales
  - Evita extracción de otros materiales
  - Evita emisión de GEI (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>) y de NH<sub>3</sub> procedente de la gestión de los residuos y de los fertilizantes sustituidos
  - Producto local
  - Anclaje de población
- Definir un mercado objetivo y orientar el producto al mismo
  - Sustituto de la turba, siendo un recurso renovable y local frente a otro que no lo es, además de más barato
  - Fertilizante y fuente de materia orgánica para el suelo
  - Sustrato para cultivos
- Post-tratamiento del producto y mejora de presentación
- Presentación en diferentes formatos y con buen aspecto.
- Producir para el usuario final (adaptarse)
- Ecoetiquetado
- Etiquetas con información sobre uso y aplicaciones según necesidades. Equiparación con productos del mercado similares y más conocidos para facilitar el conocimiento de los clientes
- Contactar con grupos potenciales de consumo de la zona para adaptarse a sus necesidades:
  - Con distribuidores que puedan dar salida al producto
  - Presentación en ferias
  - Hacer demostraciones de su uso
  - Con administraciones cercanas para hacer posibles convenios
  - Hacer visitas y presentaciones de la planta a público objetivo

- Técnicas de marketing, como rappels por compras altas, muestras gratuitas al inicio, etc.
- Primar distribución próxima a la planta
- Aprovechar planes de desarrollo rural
- Ayudas de la administración
  - Subvenciones para la creación de la planta
  - Subvenciones por sustitución de fertilizantes inorgánicos
  - Proporcionar asesoramiento
  - Promover el asociacionismo
  - Participar como cliente

### **G. Estudio de precios en el mercado local**

Se ha realizado un estudio de los precios de aquellos productos que se pueden considerar análogos a los obtenidos en el proceso productivo. Estos son: compost en big-bags y sacos de 30 kg y vermicompost en formato de 30 kg.

Los precios del humus de lombriz oscilan entre los 90 €/t en los formatos a granel a los 900 €/t en sacos de pequeño tamaño, con una media de 400 €/t. Los valores más comunes alrededor de los 350 €/t.

El compost, por su parte, tiene precios más reducidos y una presentación en formatos de mayor tamaño. Los big-bags se ofrecen a unos precios entre 70-170 €/t. En formato de sacos de menor tamaño, se valora dentro del rango de 100-500 €/t, con una media de 230 €/t y siendo el precio más común en torno a los 200 €/t.

### **10.5. Mercado de lombrices**

El mercado de las lombrices es un sector en creación, poco definido en España. Existen pocas empresas dedicadas a la producción y venta de dichos productos, siendo el principal objetivo de las mismas la venta de núcleos de lombrices para futuras explotaciones o también llamados “pies de cría”. Otro posible destino es su venta para la alimentación animal, ya sea tratada (harinas) o directamente.

Filipinas es el primer productor de harina de lombriz roja. La cultura oriental se ha especializado en el consumo de algunos insectos que contienen nutrientes esenciales parecidos al de las lombrices, y estas características no han pasado desapercibidas para ser incluido progresivamente en la alimentación de humanos.

En Latinoamérica los principales países productores de harina de lombriz roja son Chile, Brasil, Colombia, Argentina y Ecuador.

La harina de lombriz posee una humedad aproximada del 80%, con un contenido en proteínas en valores cercanos al 60-80%, con menos del 10% de grasas, siendo los ácidos grasos presentes pertenecientes a lípidos de alta densidad. Aproximadamente un 10-20% lo suponen los hidratos de carbono, presentando además vitaminas liposolubles (A, D y E) e hidrosolubles (complejo B). Son, por tanto, fuente de proteína de alta calidad, incluyendo aminoácidos esenciales (lisina), además de otros componentes en menor cantidad. Se obtienen rendimientos en la obtención de harinas del 10-20% sobre el peso vivo del individuo.

Las harinas pueden emplearse para alimentación animal, como sustitutivos de las de pescado, mucho más comprometidas por la sobreexplotación pesquera, o de soja, cuya producción se encuentra principalmente fuera de España, con el gran impacto medioambiental que su transporte supone. Sus características organolépticas (inodora e insípida) hacen de ella una alternativa muy favorable. Además, se desconoce la existencia de enfermedades o patógenos de las mismas, lo que garantiza su inocuidad.

La implementación de la harina de lombriz en la alimentación de humanos aun no es muy común, ya que tiene una fuerte restricción cultural en todo el mundo. El apoyo de la FAO en el consumo de fuentes de proteínas alternativas supone un gran impulso, aunque no debe olvidarse que aún es necesaria la investigación en dicho campo.

Otro nicho de mercado para las lombrices es su venta como cebo para pesca deportiva. Aunque su mal olor, como técnica de defensa (de ahí el nombre de fétida), impiden su amplia difusión, siendo mejores otras especies.

Por lo tanto, las lombrices pueden venderse vivas o muertas o como producto ya tratado, es decir, como harina, aunque esto último supone la implementación de este proceso productivo. La existencia de empresas productoras de piensos para alimentación animal, próximas a la planta (Biomar Iberia, Agrocesa, Progatecsa, Agropal, DIBAQ, Nanta), y piscifactorías, suponen una gran oportunidad de venta, ya que incluyen elevadas cantidades de proteínas en sus piensos.

Además de las harinas, se puede obtener su colágeno y su líquido celómico, productos base para la industria farmacéutica, como en cosmética, dermatología, antibióticos (tifus), etc.

El precio de las lombrices como pie de cría se vende en el rango de 20-70 €/1.000 unidades, siendo el precio más común superior a los 30 €. Por su parte, la harina de lombriz se tasa en los mercados internacionales en valores de 25 \$/kg.

## 10.6. Conclusiones

A partir del estudio económico realizado, se puede concluir que la demanda de compost no ha dejado de aumentar en los últimos años y sigue siendo superior a su producción. Nada indica que su consumo vaya a descender. Más aún, un aumento de la conciencia ambiental está conduciendo a la sustitución de fertilizantes inorgánicos por el compost. Por ello, la producción de un compost de calidad no tendrá problemas para acceder al mercado y comercializarse con éxito.

Siendo un compost y vermicompost de calidad A, el sector del mercado al que se deberá enfocar es aquel que es capaz de pagar un mayor precio por él, como son los viveros, jardinería o usuarios aficionados. Debido a que el origen de los excrementos es de ganadería intensiva, el mercado ecológico queda vetado.

Por ello, se adoptará un formato de sacos de 30L, tanto para compost como para vermicompost, en los que se añadirá el logo de la empresa, con el fin de que quede identificado su origen y una etiqueta con las características del producto, su fabricación y los posibles usos a los que se le puede destinar.

El sector vitivinícola debe tenerse en cuenta, por la importancia que tiene en la región y por el alto consumo de compost que puede llegar a requerir. Por ello, con el objetivo de ampliar el rango de posibles clientes, se comercializará compost en formato big-bags de 1.000 kg, para el abastecimiento de agricultores locales.

Se priorizarán los clientes más cercanos, que minimicen los desplazamientos del producto, aumentando los márgenes de beneficio. Además, se buscarán posibles distribuidores o centros de venta que puedan asegurar un consumo continuo y seguro del producto. Por otro lado, se contactará con las administraciones, locales y regionales, con el fin de buscar soporte, ya sea en forma de financiación, como cliente o como apoyo de cara a la comercialización.

Se emplearán precios por debajo de los que se han obtenido en el estudio, con dos objetivos:

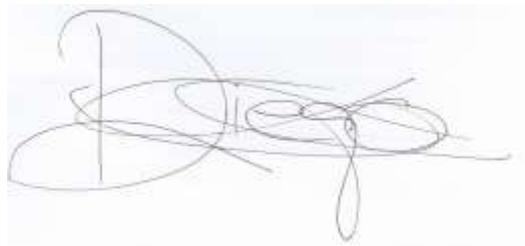
- Poder introducirse en el mercado de forma más rápida
- Enfocar la producción a la venta a mayoristas que se encarguen del transporte y comercialización, reduciendo los costes de venta propios y la logística de distribución

Por ello, se comercializarán con unos precios aproximados de 50 €/t para los big-bags de compost y 100 €/t para los sacos. Por su parte, el vermicompost se ofrecerá a un precio 200 €/t.

Además, la obtención de biomasa de lombriz como subproducto supone otra oportunidad de negocio. El incremento en las necesidades de proteína en los piensos de alimentación animal y la búsqueda de fuentes sustitutivas a las originales (pescado y soja) cuyo origen es más controvertido, puede garantizar una fácil incorporación al mercado. Su precio de venta, tanto como pie de cría como alimento para animales puede llegar a suponer una fuente de beneficios muy importante.

Se considera un valor aproximado para su venta de 2.000 €/t, muy por debajo del precio del mercado, ya que se venderá como biomasa bruta y no tratada, con el fin de poder explorar el mercado de los piensos. Se enfoca este sector como objetivo por las grandes posibilidades que ofrece de absorber toda la producción de biomasa de una forma sencilla, aunque su precio de venta sea mucho menor que en otros sectores.

Palencia, a 14 de Julio de 2020



---

Fdo: Diego Conde Cid

Alumno del Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

**MEMORIA**

**ANEXO II: CONDICIONANTES**



## ÍNDICE ANEJO II

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. CONDICIONANTES LEGALES</b>	<b>1</b>
2.1. Clasificación de la actividad .....	1
2.2. Normativa europea .....	2
2.3. Normativa nacional.....	2
2.4. Normativa regional .....	4
<b>3. CONDICIONANTES DE LOS PROMOTORES</b>	<b>4</b>
<b>4. CONDICIONANTES DEL MEDIO FÍSICO</b>	<b>5</b>
4.1. Estudio climático .....	5
4.2. Estudio geológico .....	13
4.3. Estudio hidrogeológico .....	16
4.4. Estudio de flora y fauna.....	17



## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Datos del observatorio termopluviométrico</i>	5
<i>Tabla 2: Cuadro resumen de temperaturas. (Ta = temperatura máxima absoluta; T'a = media de las temperaturas máximas absolutas; T = temperatura media de las máximas; tm = temperatura media mensual; t = temperatura media de las mínimas; t'a = media de las temperaturas mínimas absolutas; ta = temperatura mínima absoluta)</i>	7
<i>Tabla 3: Datos resumidos de periodo de heladas (1ª H = primera helada; Uª H = última helada)</i>	8
<i>Tabla 4: Datos de Precipitaciones medias (Pm) y Precipitaciones máximas en 24 horas (Pmax) medidas en mm (l/m2) en la estación de Medina de Rioseco</i>	8
<i>Tabla 5: Datos de la principal dirección del viento (D) y rango de velocidades (V) en la estación de Medina de Rioseco</i>	12

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1: Temperaturas mensuales para la estación de Medina de Rioseco</i>	7
<i>Gráfico 2: Precipitaciones mensuales medias durante el periodo 1987-2017 en la estación de Medina de Rioseco</i>	9
<i>Gráfico 3: Precipitaciones acumuladas anualmente durante el periodo 1987-2017 en la estación de Medina de Rioseco</i>	9
<i>Gráfico 4: Precipitaciones máximas acumuladas en 24 horas durante el periodo 1987-2017 en la estación de Medina de Rioseco</i>	10
<i>Gráfico 5: Relación Evapotranspiración potencial/Precipitaciones medias (ETo/Pm)</i>	11
<i>Gráfico 6: Diagrama ombrotérmico de la estación de Medina de Rioseco</i>	12

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<i>Imagen 1: Localización del observatorio termopluviométrico (en rojo) y de las instalaciones (azul)</i>	6
<i>Imagen 2: Mapa Geológico de España (1:50.000) Hoja 342 (IGME, 2007)</i>	14
<i>Imagen 3: Leyenda mapa Geológico de España (1:50.000) (IGME, 2007)</i>	15
<i>Imagen 4: Mapa hidrogeológico de España (1:200.000) Hoja 29 (IGME, 2007)</i>	16
<i>Imagen 5: Leyenda mapa hidrogeológico de España (1:200.000) (IGME, 2007)</i>	17

## 1. INTRODUCCIÓN

Toda actividad y proceso productivo están condicionados por una serie de factores y elementos. Por tanto, un conocimiento exhaustivo de dichos elementos que lo rodean, permitirá desarrollar un diseño con la máxima optimización y adaptación a sus exigencias.

En el presente anejo, se estudiarán aquellos condicionantes que se considera que mayor influencia tienen en el proceso productivo del compost y vermicompost y, más concretamente, su producción en Valverde de Campos.

## 2. CONDICIONANTES LEGALES

El proceso de compostaje no generará contaminantes atmosféricos que puedan considerarse de gran impacto. Solo se producirán emisiones de combustión, debidas a los motores de la maquinaria. La producción de malos olores será mínima, limitándose a los momentos de formación de las pilas de fermentación y, en menor grado, a los movimientos de material hacia la maduración y los caballones para el vermicompostaje.

No existe producción de aguas residuales, ya que, tanto los lixiviados como las aguas de lluvia, serán recogidos y reutilizados en el propio proceso.

### 2.1. Clasificación de la actividad

Según la clasificación del Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas (RAMINP), recogidas en Decreto 2414/1961, de 30 de noviembre, esta actividad se puede asimilar dentro de la clasificación decimal 311-318, denominadas "*obtención de abonos orgánicos y otros productos de igual condición (sangre desecada, estiércol, basura, harina de huesos, harina de pescado, etc.)*".

Esta actividad es considerada como molesta e insalubre por la generación de lixiviados y malos olores que lleva asociado. Pero al desarrollarse en un entorno rural, alejado de cualquier casco urbano y de vías de comunicación principales, podría calificarse como no molesta. Además, la recogida y gestión de los lixiviados reducen estos problemas asociados.

La explotación deberá inscribirse en el Registro de Explotaciones Ganaderas (REGA) y en el Registro General de Explotadores, Establecimientos o Plantas de Subproductos Animales y Productos Derivados (SANDACH).

## 2.2. Normativa europea

- Directiva 2011/92/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de diciembre de 2011, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente
- Directiva (UE) 2018/850 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, por la que se modifica la Directiva 1999/31/CE relativa al vertido de residuos
- Directiva (UE) 2018/851 del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos
- Decisión de la Comisión de 18 de diciembre de 2014 por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo
- Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas

## 2.3. Normativa nacional

- Orden APA/161/2020, de 20 de febrero, por la que se modifican los anexos I, III y VI del Real Decreto 506/2013, de 28 de junio, sobre productos fertilizantes
- Real Decreto 999/2017, de 24 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 506/2013, de 28 de junio, sobre productos fertilizantes
- Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados
- Decreto 2414/1961, de 30 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas
- Real Decreto 1528/2012, de 8 de noviembre, por el que se establecen las normas aplicables a los subproductos animales y los productos derivados no destinados al consumo humano
- Ley 19/1995, de 4 de julio, de modernización de las explotaciones agrarias
- Ley 8/2003, de 24 de abril, de sanidad animal
- Real Decreto 479/2004, de 26 de marzo, por el que se establece y regula el Registro general de explotaciones ganaderas

- Real Decreto 1039/2012, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 865/2010, de 2 de julio, sobre sustratos de cultivo
- Decreto 44/2014, de 16 de octubre, por el que se regulan las actividades de producción y gestión de residuos y su registro
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos
- Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación
- Real Decreto 980/2017, de 10 de noviembre, por el que se modifican los Reales Decretos 1075/2014, 1076/2014, 1077/2014 y 1078/2014, todos ellos de 19 de diciembre, dictados para la aplicación en España de la Política Agrícola Común
- Ley 46/1999 de 13 de diciembre, de modificación de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de riesgos laborales
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril en el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo
- Decreto 2414/1961 de 30 de noviembre por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas (RAMINP)
- Real Decreto 2135/1980 de 26 de septiembre sobre Liberalización Industrial
- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana
- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo

## 2.4. Normativa regional

- Decreto Legislativo 1/2015, de 12 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León
- Decreto 4/2018, de 22 de febrero, por el que se determinan las condiciones ambientales mínimas para las actividades o instalaciones ganaderas de Castilla y León, se modifica el Anexo III del Texto Refundido de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León aprobado por el Decreto Legislativo 1/2015, de 12 de noviembre, y se regula el régimen de comunicación ambiental para el inicio del funcionamiento de estas actividades
- Decreto 11/2014, de 20 de marzo, por el que se aprueba el Plan Regional de Ámbito Sectorial denominado "*Plan Integral de Residuos de Castilla y León*"
- Ley 5/1999, de 8 de abril, de Urbanismo de Castilla y León

## 3. CONDICIONANTES DE LOS PROMOTORES

La empresa Granja Potosí S.L y su propietaria A.H.G. son los promotores del proyecto. A la hora de contratar el diseño del proyecto, han exigido una serie de condiciones mínimas.

- Dirección y gestión de la explotación por parte de los propietarios.
- Priorización del aprovechamiento de instalaciones propias
- Compatibilidad con actividad actual, que es la ganadería cunícola
- Capacidad suficiente para absorber toda la producción de estiércol de la granja
- Doble línea de producción: compost y vermicompost.
- Mínima inversión posible
- Mínimos costes de manejo
- Facilidad de manejo
- Obtener producto final valorizable y con salida al mercado
- Producto de calidad
- Distribución óptima de superficies para máximo aprovechamiento del terreno

- Mínimo impacto ambiental posible

## 4. CONDICIONANTES DEL MEDIO FÍSICO

### 4.1. Estudio climático

La influencia de los factores climáticos en el desarrollo del proceso de compostaje puede ser decisiva, determinando la correcta evolución del mismo. Los principales agentes, que mayor influencia pueden tener en el proceso son las temperaturas extremas y las lluvias excesivas. El estudio de la dirección predominante de los vientos también puede ser muy interesante para conocer la dispersión de los olores.

El observatorio seleccionado ha sido el de Medina de Rioseco, ya que se encuentra muy próximo a la parcela de estudio (aproximadamente 6 km) y posee tanto datos pluviométricos como térmicos. El periodo de estudio de datos seleccionados ha sido de 30 años, que es el exigido para las precipitaciones. Dicho periodo se ha extendido también al registro de temperaturas, aunque el mínimo exigido es de 15 años.

**Tabla 1: Datos del observatorio termopluiométrico**

<b>Nombre del observatorio:</b>	<b>Medina de Rioseco</b>
<b>Provincia:</b>	Valladolid
<b>Cuenca e Indicativo climatológico</b>	2604B
<b>Tipo de observatorio</b>	Termopluiométrico
<b>Periodo de observaciones para cada parámetro</b>	1987-2017
<b>Latitud:</b>	41° 52' 33"
<b>Longitud:</b>	50° 22' 52"
<b>Altitud (m):</b>	731



**Imagen 1: Localización del observatorio termopluviométrico (en rojo) y de las instalaciones (azul)**

## **A. Datos térmicos**

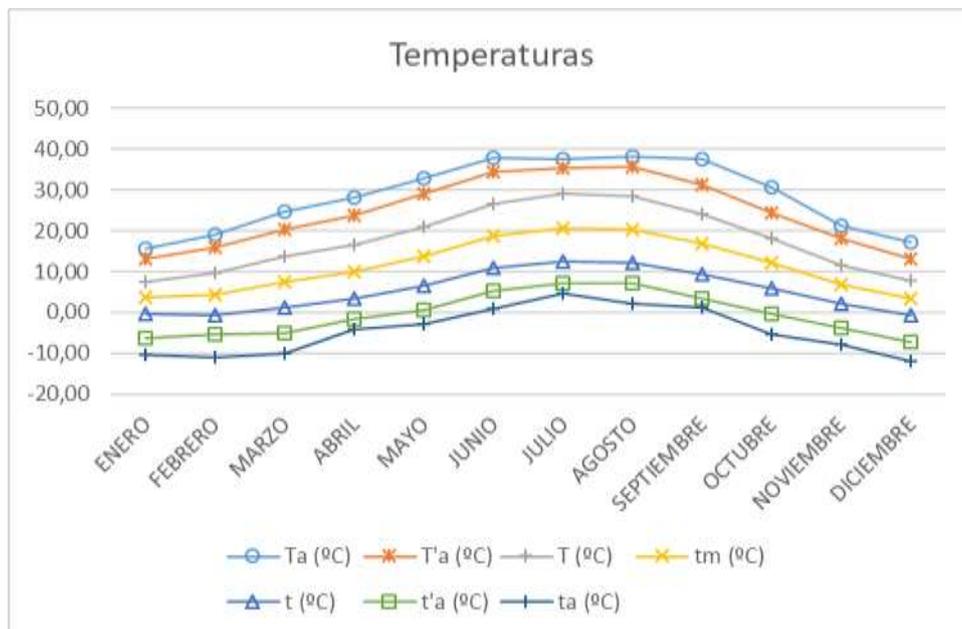
### **o Temperaturas**

Observando los datos de la temperatura, se aprecia que esta responde a una gráfica tipo de clima continental, con valores más bajos en los extremos de la misma y más altos en el centro (Gráfico 1). Destaca la dilatada diferencia de temperaturas entre los meses más fríos y cálidos, con una amplitud térmica máxima anual comprendida entre los  $-11^{\circ}\text{C}$  y los  $38^{\circ}\text{C}$ .

Estas temperaturas extremas pueden tener efectos adversos en la evolución del compostaje y especialmente en el desarrollo de las lombrices. Por ello es recomendable establecer mecanismos que reduzcan su incidencia.

**Tabla 2: Cuadro resumen de temperaturas. (Ta = temperatura máxima absoluta; T'a = media de las temperaturas máximas absolutas; T = temperatura media de las máximas; tm = temperatura media mensual; t = temperatura media de las mínimas; t'a = media de las temperaturas mínimas absolutas; ta = temperatura mínima absoluta)**

	EN	FEB	MAR	AB	MAY	JUN	JUL	AG	SPT	OCT	NOV	DIC
T (°C)	15,60	19,00	24,80	28,20	33,00	38,00	37,50	38,20	37,60	30,80	21,30	17,10
T'a (°C)	12,98	15,88	20,21	23,89	29,01	34,57	35,43	35,63	31,28	24,28	18,25	13,23
T (°C)	7,53	9,66	13,82	16,56	20,88	26,67	29,12	28,39	24,12	18,12	11,43	7,81
tm (°C)	3,70	4,46	7,58	10,11	13,80	18,87	20,76	20,33	16,75	12,11	6,77	3,53
t (°C)	-0,18	-0,78	1,27	3,42	6,69	11,02	12,38	12,24	9,32	6,04	2,07	-0,73
t'a (°C)	-6,14	-5,43	-5,02	-1,72	0,58	5,23	7,20	7,15	3,45	-0,45	-3,82	-7,35
ta (°C)	-10,50	-11,10	-10,20	-4,10	-2,90	0,80	4,80	2,10	1,20	-5,30	-8,00	-11,90



**Gráfico 1: Temperaturas mensuales para la estación de Medina de Rioseco**

o **Periodo de heladas**

Las heladas son otro aspecto térmico que puede tener incidencia en el compostaje, especialmente si se producen de forma prolongada en el tiempo. Están relacionadas, como es evidente, con las temperaturas.

Se puede observar que el periodo máximo con riesgo de heladas se extiende desde principios de octubre hasta finales de mayo. Esta información es importante a la hora de saber que durante este periodo se deberán mantener activos sistemas de protección contra las mismas.

**Tabla 3: Datos resumidos de periodo de heladas (1ª H = primera helada; Uª H = última helada)**

	Temprana	Media	Tardía
<b>1ª H</b>	5-oct.	2-nov.	21-nov.
<b>Uª H</b>	11-mar.	23-abr.	20-may.

**B. Datos pluviométricos**

La influencia de las lluvias en el proceso de compostaje se debe principalmente a sucesos de lluvia extremos, en los que se generen grandes volúmenes de lluvia en breves periodos de tiempo. Por ello, además del estudio de las precipitaciones mensuales medias, se analizarán también los periodos de lluvias máximas.

**Tabla 4: Datos de Precipitaciones medias (P<sub>m</sub>) y Precipitaciones máximas en 24 horas (P<sub>max</sub>) medidas en mm (l/m<sup>2</sup>) en la estación de Medina de Rioseco**

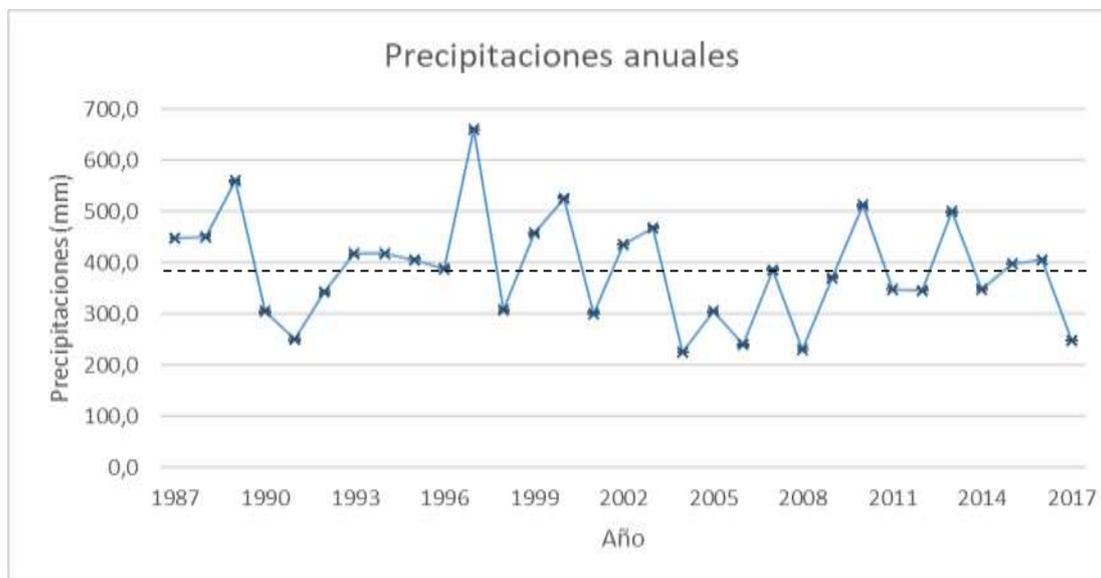
MES	EN	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AG	SEPT	OCT	NOV	DIC
<b>P<sub>m</sub> (mm)</b>	37,08	20,99	23,57	38,52	42,47	29,31	22,25	15,35	27,96	54,86	39,83	40,33
<b>P<sub>max</sub> (mm)</b>	33,70	15,80	23,10	27,00	27,10	44,20	57,30	31,30	66,20	33,60	49,00	37,20

Se puede apreciar un acumulado de lluvias anuales de 393 mm/año, lo que supone unas precipitaciones ligeramente superiores a las de la categoría de clima desértico, que son 300 mm/año. Esto muestra una incidencia muy ligera de este fenómeno sobre el proceso. Las principales lluvias se dan durante las estaciones de primavera y otoño, destacando el mes de octubre. Tanto los inviernos como los veranos son secos, con menos de 40 mm de precipitación al mes.



**Gráfico 2: Precipitaciones mensuales medias durante el periodo 1987-2017 en la estación de Medina de Rioseco**

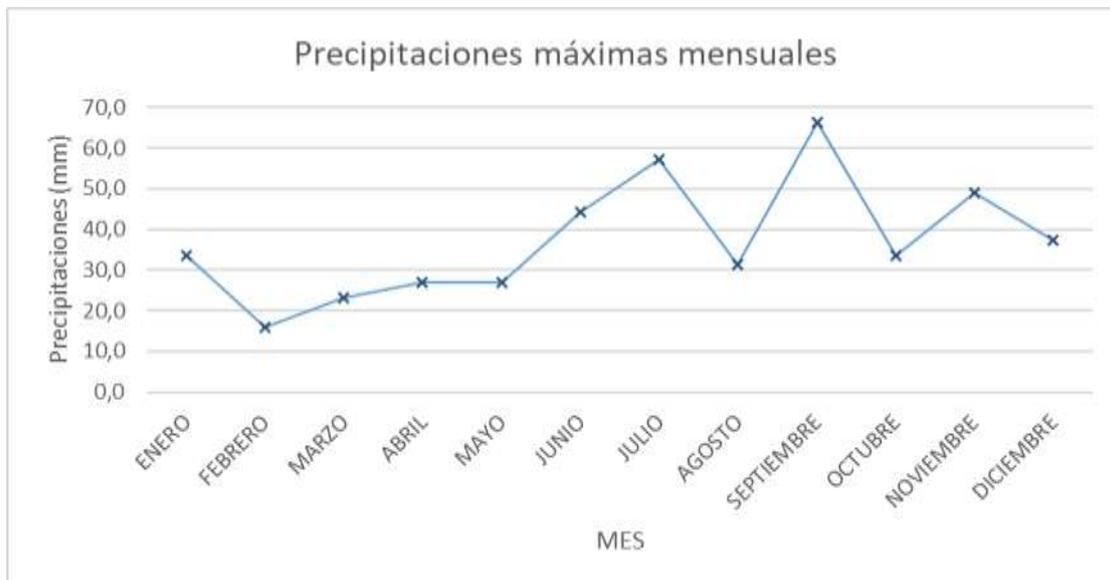
Observando el histórico de precipitaciones se aprecia que las máximas precipitaciones acumuladas en los últimos 30 años han sido inferiores a 700 mm, reforzando de este modo el anterior argumento.



**Gráfico 3: Precipitaciones acumuladas anualmente y media de precipitaciones (línea discontinua) durante el periodo 1987-2017 en la estación de Medina de Rioseco**

Pero como se ha indicado anteriormente las precipitaciones máximas en 24 horas tienen un carácter más determinante que las acumuladas. En la tabla anterior se

puede leer que las máximas lluvias corresponden al mes de septiembre, con 66 mm acumulados en 24 horas.

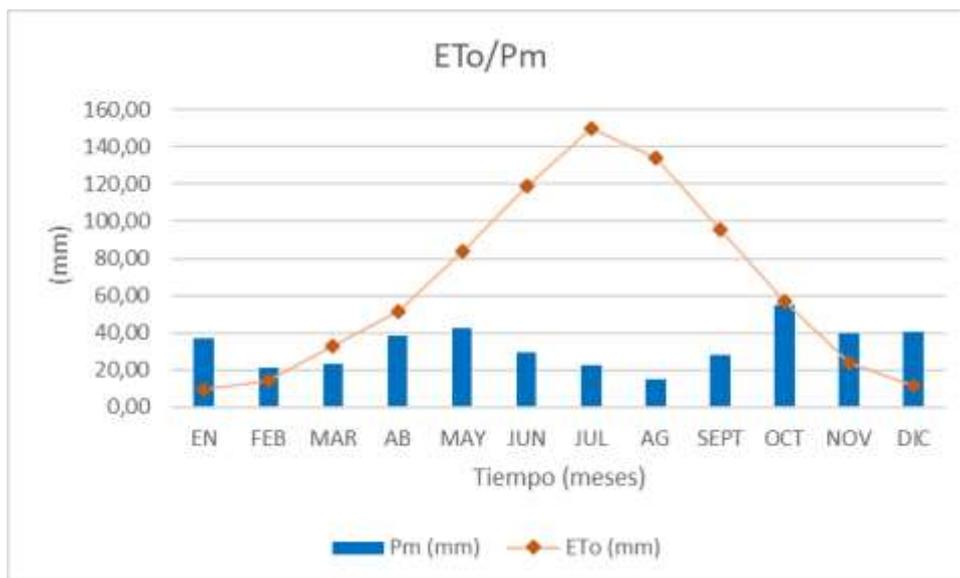


**Gráfico 4: Precipitaciones máximas acumuladas en 24 horas durante el periodo 1987-2017 en la estación de Medina de Rioseco**

### C. Elementos compuestos

- **Relación Evapotranspiración potencial/Precipitaciones medias**

Con esta relación se pretende comparar las entradas y salidas naturales de agua al sistema, que en este caso será la pila de compostaje.



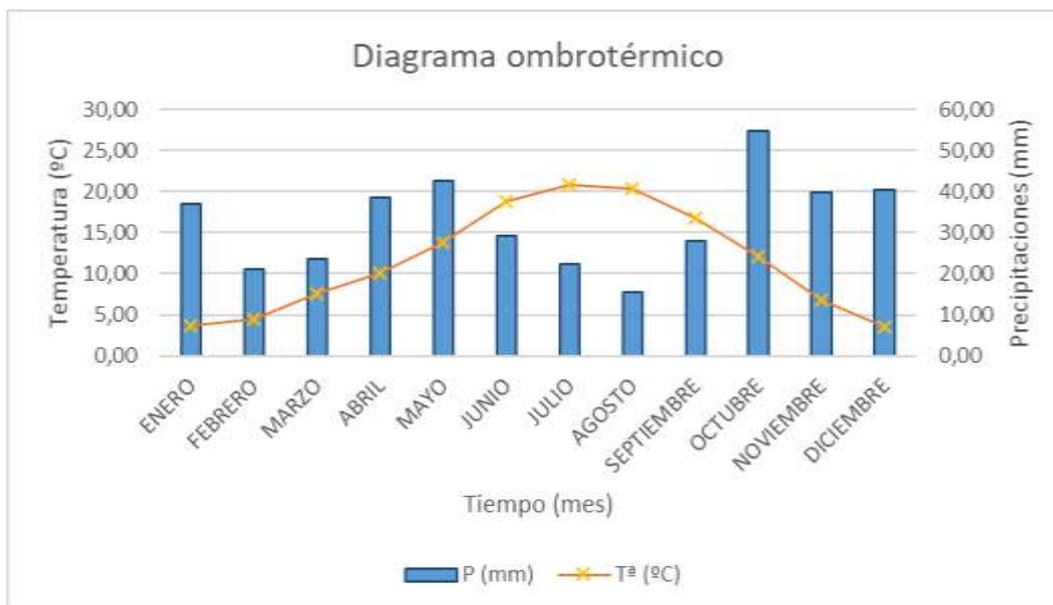
**Gráfico 5: Relación Evapotranspiración potencial/Precipitaciones medias (ETo/P<sub>m</sub>)**

Se puede observar cómo, durante prácticamente todo el año, la evapotranspiración es superior a las precipitaciones, excepto en la franja noviembre-febrero.

De lo anterior se deduce que las precipitaciones no serán capaces de suplir las pérdidas de humedad por la evapotranspiración, salvo en los meses de noviembre a febrero. Por lo tanto, se deberá disponer de una fuente externa de agua, que permita suplir las pérdidas de humedad.

#### ○ Diagrama ombrotérmico

El diagrama ombrotérmico se genera cuando se unen en una misma gráfica los valores de precipitaciones medias y de temperaturas medias. Es empleado para identificar el período seco en el cual la precipitación (P) es inferior a dos veces la temperatura media (tm). La información que ofrece este gráfico no es muy importante, pero puede emplearse para saber durante que periodos es más importante tener en cuenta la humedad de la masa a compostar.



**Gráfico 6: Diagrama ombrotérmico de la estación de Medina de Rioseco**

El diagrama ombrotérmico muestra un periodo seco que se extiende durante los meses estivales, es decir, de junio a septiembre.

#### D. Datos de viento

El estudio de la dirección del viento predominante es de gran importancia, con el fin de conocer la incidencia de los malos olores y partículas generadas durante la actividad productiva en las poblaciones circundantes.

**Tabla 5: Datos de la principal dirección del viento (D) y rango de velocidades (V) en la estación de Medina de Rioseco**

	EN	FEB	MAR	AB	MAY	JUN	JUL	AG	SEPT	OCT	NOV	DIC
<b>D</b>	ENE	WSW	ENE	WSW	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	WSW	WSW	WSW
<b>V (m/s)</b>	12 20	20 - 32	20 - 32	20 - 32	12 20	12 20	20 - 32	20 - 32	12 20	20 - 32	20 - 32	20 - 32

La dirección principal del viento es este-noreste (ENE) con una velocidad media de 12-20 m/s. El núcleo habitado más próximo es Valverde de Campos, que se encuentra a más de 2 km en dirección noroeste. Por lo tanto, su influencia sobre el mismo puede considerarse nula.

## **E. Conclusiones**

De todos los datos anteriormente estudiados se puede concluir que el clima que sufre la estación meteorológica de Medina de Rioseco, y por tanto extrapolable a Valverde de Campos, corresponde a un típico clima continental seco, caracterizado por inviernos fríos y secos, veranos cálidos y secos y primaveras y otoños más húmedos, aunque con precipitaciones escasas durante todo el año.

Las precipitaciones medias acumuladas durante el año son inferiores a 400 mm. Las precipitaciones máximas acumuladas durante 24 horas no alcanzan los 70 mm durante todo el registro histórico estudiado. Por tanto, puede considerarse que los factores climáticos hídricos no serán determinantes en la evolución del proceso.

La diferencia entre entradas y salidas de humedad de la masa, representadas como la relación evapotranspiración potencial/precipitaciones, demuestra que durante prácticamente todo el año será necesario disponer de un sistema que aporte agua a las pilas para mantener los valores de humedad dentro de los rangos adecuados.

El riesgo de heladas se extiende durante prácticamente 8 meses al año, considerándose libre de las mismas el periodo comprendido entre junio y septiembre. En cuanto al riesgo de descenso de temperaturas por debajo de 5°C, crítico para las lombrices, es continuo durante todo el año. Por ello, será necesario disponer de algún sistema de protección contra temperaturas bajas. Las temperaturas extremadamente altas apenas influirán en el proceso y pueden paliarse con riegos más frecuentes o volteos.

La distancia a núcleos de población habitados y la dirección del viento predominantemente de componente este-noreste, hace que los riesgos de molestias por olores o partículas sean prácticamente nulos.

## **4.2. Estudio geológico**

### **A. Introducción**

El estudio geológico pretende analizar las características geológicas de un lugar concreto, para conocer aquellos factores del suelo que pueden influir en el desarrollo del proyecto.

Por ello, a partir de la información aportada por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), se estudiará la orografía, geología, edafología y tectónica de Valverde de Campos, enclavada dentro de las hojas 310 y 342 de los mapas MAGNA 50 (1:50.000). La zona de estudio concretamente, se ubica en la hoja 342.

### **B. Descripción**

Orográficamente se caracteriza por presentar una amplia altiplanicie horizontal (superficie de los páramos), hendida por valles orientados NE-SO. Esta altiplanicie es

también conocida como Montes Torozos, y constituye un extenso relieve tabular que se extiende desde el Pasillo de la Bureba, al NE de la cuenca, hasta Cuellar y Tordesillas.

Desde el punto de vista geológico, Valverde de Campos se ubica en la parte centro-occidental de la cuenca terciaria del Duero. La cuenca del Duero conforma, conjuntamente con las del Tago y del Ebro, las tres grandes cuencas terciarias intracontinentales, características del interior de la Península Ibérica. De las tres, es la más noroccidental, y la que se sitúa a mayor altitud promedio: unos 700 m sobre el nivel del mar.

La cuenca del Duero es el resultado de un relleno terciario de materiales depositados en ambiente continental y predominantemente endorreico (fluvial y lacustre), producido en una depresión localizada sobre la parte oriental del Macizo Hespérico, zócalo hercínico peninsular. En toda la mitad oriental de la cuenca, sobre su sustrato hercínico y bajo el relleno terciario, se encuentra una cobertera mesozoica, más potente y completa cuanto más hacia el este.

Las instalaciones se localizan principalmente sobre margas, con niveles calizos y escasos limos grises. También aparecen calizas de páramo, aunque en menor medida (Imagen 2).

Las margas son de colores gris, rosado y verde, ocasionalmente blanco. Aparecen en capas tabulares de espesor variable, en líneas generales, inferiores a 7 m y cuya extensión lateral supera los 200-300 m. Sus límites inferior y superior suelen ser netos, en ocasiones ondulados, otras veces, muestran una tendencia transicional. Se presentan masivas, y a veces se aprecia una intensa laminación horizontal.



**Imagen 2: Mapa Geológico de España (1:50.000) Hoja 342 (IGME, 2007)**

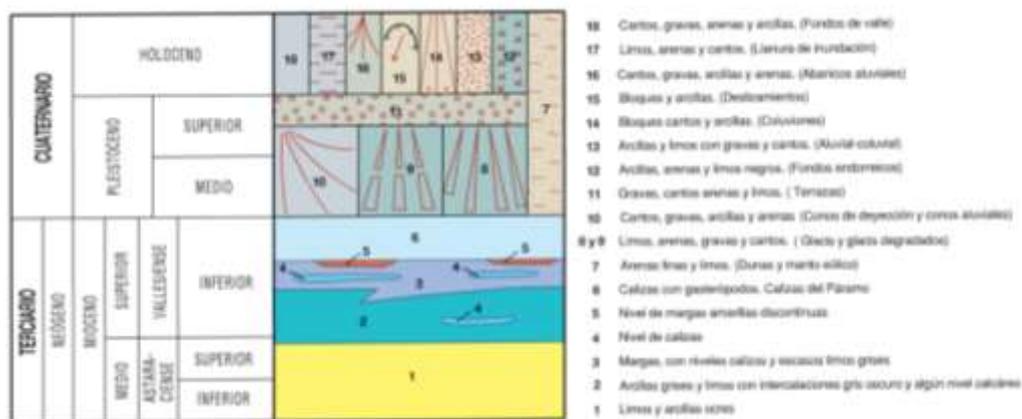


Imagen 3: Leyenda mapa Geológico de España (1:50.000) (IGME, 2007)

Las calizas aparecen muy dispersas entre las facies finas de la Facies Cuestas. Tienen colores claros, blancos y grises, puntualmente cremas. Aparecen con un espesor inferior a 1,5 m y una extensión lateral de decenas o centenas de metros, lo que les confiere una geometría tabular. Los límites inferior y superior suelen ser netos y a veces, ondulados.

En cuanto a la Tectónica reciente, es decir, aquella que afectaría a los materiales del Mioceno (medio y superior) aflorantes en esta zona, no se han encontrado estructuras (fallas, pliegues, etc.) demostrativas de su existencia. En algunos puntos, en la Facies Cuestas, se han observado pliegues de escasa entidad, de unos 5 m de longitud máxima y unos 0,5 m de amplitud o altura, que pueden deberse a fenómenos de asentamiento y movilizaciones de las arcillas más que a esfuerzos tectónicos.

Respecto a la superficie del páramo, presenta una pendiente hacia el suroeste, calculada en un 1 por mil, que aumenta progresivamente hasta el 12 por mil hacia el norte de la cuenca. Aunque esta inclinación ha sido supuesta como posiblemente original, la fracturación que presenta la “placa” caliza del Páramo (deducible por el desarrollo de fenómenos de karstificación) puede indicar que la mencionada pendiente podría estar relacionada con una gran flexión del Terciario, de edad post-Vallesiense.

### C. Conclusiones

A partir del estudio geológico se puede concluir que no hay ningún factor geológico que determine el diseño o implementación del proyecto o la actividad. En el Estudio Geotécnico (Anexo VI) se realiza un análisis más exhaustivo de las características del suelo sobre el que se asientan las edificaciones.

### 4.3. Estudio hidrogeológico

#### A. Introducción

Con el estudio hidrogeológico se pretende conocer las características hidrogeológicas del medio físico afectado por un posible vertido de aguas residuales, una construcción, perforaciones de pozos, captaciones de agua, etc.

Para ello se empleará el Mapa Hidrogeológico de España 1:200.000, hoja 29, ofrecido por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME).

#### B. Descripción

Valverde de Campos se encuentra próximo al valle del río Sequillo, constituido por materiales aluviales, tales como gravas, limos, arenas y sus mezclas.

La zona de estudio, concretamente, se encuentra en una zona de transición entre las calizas de páramo y las facies cuestras. Estas primeras son calizas lagunares sobre la facies cuesta en las que se sitúa un acuífero libre colgado, cuyas características hidrogeológicas están minoradas por su espesor, unos 5 metros. Se explotan mediante algunos pozos excavados y sondeos con caudales menores a 6 l/s con fuertes estiajes.

La facies cuesta está constituida por margas y calizas impermeables.

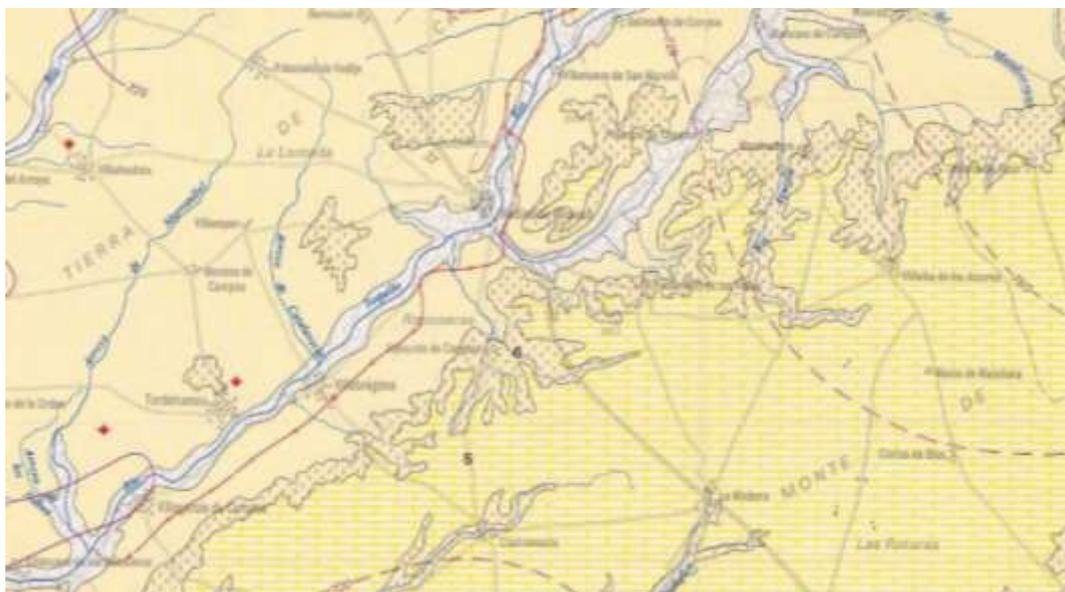


Imagen 4: Mapa hidrogeológico de España (1:200.000) Hoja 29 (IGME, 2007)

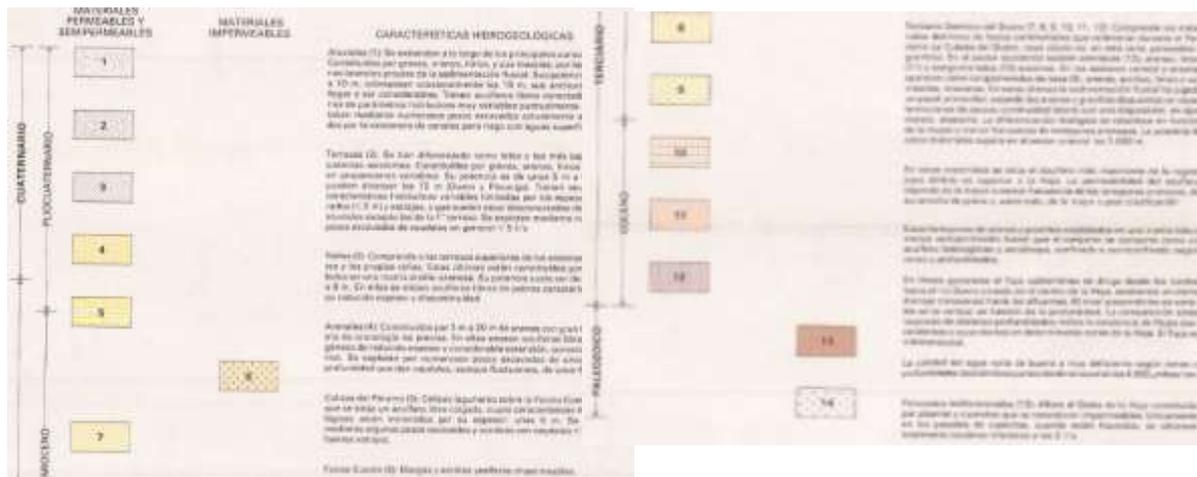


Imagen 5: Leyenda mapa hidrogeológico de España (1:200.000) (IGME, 2007)

Por lo que se refiere a la red de drenaje, ésta ofrece una morfología de tipo paralelo como corresponde, por un lado, a una cierta homogeneidad litológica y estructural y, por otro, a la influencia de una serie de accidentes paralelos y al basculamiento generalizado que tiene lugar, hacia el este y el sureste, durante el Plioceno. Si a todo esto se añaden cambios bruscos en los perfiles longitudinales de ríos y arroyos, y una regular asimetría de los valles por el diferente desarrollo de las laderas, cabe considerar la presencia de movimientos recientes en la zona.

El curso fluvial más importante en las proximidades es el río Sequillo, tributario de río Valderaduey. El resto de la red la constituye un conjunto de arroyos de escasa entidad. Los principales cursos de agua de carácter permanente son, además del río Sequillo, los ríos Bajoz y Hornija.

### C. Conclusiones

El estudio hidrogeológico muestra unas características del suelo adecuadas para el desarrollo de la actividad propuesta en el proyecto. Aun así, se llevarán a cabo todas las medidas posibles para impedir que cualquier vertido de los lixiviados llegue al medio físico.

## 4.4. Estudio de flora y fauna

### A. Introducción

La flora y fauna constituyen la biota de un ecosistema. Suponen la parte más afectada por el desarrollo de una actividad antrópica, ya que pueden sufrir su influencia tanto directa como indirectamente, al modificarse el medio físico donde habitan.

Por ello, es necesario conocer las principales comunidades florales y faunísticas, para poder determinar el impacto de la actividad en ellas. No existen registros oficiales concretos de la zona de Valverde de Campos, pero pueden inferirse a partir de los existentes para la comarca de Tierra de Campos, ya que sus características son muy similares.

## **B. Descripción**

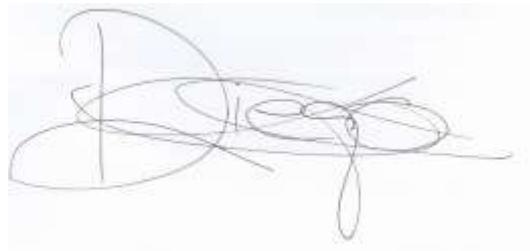
La vegetación no es demasiado abundante, pues la mayor parte del territorio se dedica a cultivos de secano, pero pueden encontrarse enclaves de pinos (*Pinus pinaster*) y encinas (*Quercus ilex*), en las altas planicies, y de chopos (*Populus nigra*), álamos (*Populus tremula*), sauces (*Salix sp*) u olmos (*Ulmus minor*) en las principales vegas. En las pendientes donde el cultivo no es posible, aparecen almendros (*Prunus dulcis*) como especie arbórea cultivable.

Las principales especies faunísticas son aquellas asociadas a paisajes esteparios cerealistas. Mamíferos como jabalí (*Sus scrofa*), corzo (*Capreolus capreolus*) o zorro (*Vulpes vulpes*). Destaca la gran concentración de avutardas (*Otis tarda*), considerada a nivel mundial. Otras aves representativas son milanos (*Milvus milvus*), cernícalos (*Falco tinnunculus*), lechuzas comunes (*Tyto alba*) o urracas (*Pica pica*).

## **C. Conclusiones**

La actividad a desarrollar con el proyecto no presenta características que puedan afectar de forma intensa a los seres vivos de la zona. Solo la presencia de avutardas puede considerarse como destacable, no sufriendo alteración ni su actividad ni su hábitat por la explotación de compostaje.

Palencia, a 14 de Julio de 2020



---

Fdo: Diego Conde Cid

Alumno del Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

**MEMORIA**

**ANEXO III: ESTUDIO DE  
ALTERNATIVAS**



## ÍNDICE ANEJO III

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. LOCALIZACIÓN</b>	<b>1</b>
2.1. Alternativas propuestas	2
2.2. Criterios	2
2.3. Estudio de alternativas	3
2.4. Alternativa adoptada	5
<b>3. MATERIAL ESTRUCTURANTE</b>	<b>6</b>
3.1. Alternativas propuestas	6
3.2. Criterios	7
3.3. Estudio de alternativas	7
3.4. Alternativa adoptada	11
<b>4. Tecnología de tratamiento de residuos</b>	<b>13</b>
4.1. Alternativas propuestas	13
4.2. Criterios	13
4.3. Estudio de alternativas	14
4.4. Alternativa adoptada	20
<b>5. Aplicación de la tecnología</b>	<b>22</b>
5.1. Alternativas propuestas	22
5.2. Criterios	22
5.3. Estudio de alternativas propuestas	23
5.4. Alternativa adoptada	28
<b>6. CUBIERTA PARA EL VERMICOMPOSTAJE</b>	<b>31</b>
6.1. Alternativas propuestas	31
6.2. Criterios	31

6.3. Estudio de alternativas propuestas _____	32
6.4. Alternativa adoptada _____	36
<b>7. MATERIAL DE CUBIERTA DE INVERNADEROS _____</b>	<b>39</b>
7.1. Alternativas propuestas _____	39
7.2. Criterios _____	39
7.3. Estudio de alternativas _____	40
7.4. Alternativa adoptada _____	43
<b>8. CONCLUSIONES _____</b>	<b>44</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Matriz multicriterio para elección de localización, siendo 1 = malo; 2 = normal; 3 = bueno</i>	5
<i>Tabla 2: Resumen de características de estructurantes (CIEMAT, 2000)</i>	11
<i>Tabla 3: Matriz multicriterio para elección de estructurante, siendo 1 = malo; 2 = normal; 3 = bueno</i>	12
<i>Tabla 4: Composición media de biogás (Estevan, P.; Virginia, C., 2008)</i>	18
<i>Tabla 5: Matriz multicriterio para elección de tecnología de tratamiento, siendo 1 = malo; 2 = normal; 3 = bueno</i>	21
<i>Tabla 6: Matriz multicriterio para elección de alternativa de tecnología, siendo 1 = malo; 2 = normal; 3 = bueno</i>	30
<i>Tabla 7: Necesidades de materiales para pórtico</i>	33
<i>Tabla 8: Necesidades de materiales para cerchas</i>	34
<i>Tabla 9: Necesidades de materiales para invernadero</i>	35
<i>Tabla 10: Comparación de materiales necesarios para las infraestructuras</i>	37
<i>Tabla 11: Matriz multicriterio para elección de alternativa de cubierta, siendo 1 = malo; 2 = normal; 3 = bueno</i>	38
<i>Tabla 12: Características de los diferentes tipos de plásticos de cubierta (Fte: Novagric, 2019)</i>	42
<i>Tabla 13: Matriz multicriterio para elección de alternativa de material de cubierta, siendo 1 = malo; 2 = normal; 3 = bueno</i>	44

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1: Tecnologías de compostaje más empleadas en España</i>	24
<i>Gráfico 2: Comportamiento frente a la radiación de diferentes plásticos</i>	43



## 1. INTRODUCCIÓN

El estudio de alternativas tiene como objetivo fundamental encontrar la opción más factible y rentable técnica y económicamente, teniendo en cuenta los condicionantes impuestos, tanto por el promotor como por el medio físico, los cuales limitan las decisiones a tomar.

Para ello se plantearán una serie de propuestas, cuya eficiencia y adecuación se evaluará en función de una serie de criterios, definiendo sus ventajas e inconvenientes, para después compararlas. Finalmente, se generará una tabla multicriterio, para facilitar la toma de decisiones y elección de la alternativa más adecuada.

Se estudiarán diferentes grupos de variables, en función del elemento del proceso estudiado, se compararán entre ellas, obteniéndose un resultado final, según los resultados arrojados en cada comparativa. De este modo, las alternativas propuestas son:

- A.1. Localización
- A.2. Material estructurante
- A.3. Tecnología de tratamiento de residuos
- A.4. Aplicación de la tecnología
- A.5. Cubierta para el vermicompostaje
- A.6. Material para la cubierta de vermicompostaje

## 2. LOCALIZACIÓN

La ubicación de las instalaciones de un proyecto puede tener una influencia determinante en la correcta evolución e incluso en la propia rentabilidad y viabilidad de una industria. Por ello, se deben estudiar todas las posibles ubicaciones donde llevar a cabo la explotación y estudiar sus características.

## 2.1. Alternativas propuestas

El promotor del proyecto dispone de dos parcelas, ubicadas en dos localizaciones distintas, alejadas entre ellas aproximadamente 2 km y con características muy diferentes. Ambas quedan señaladas en el mapa que se expone a continuación en relación con la propia granja.



Imagen 1: Localización de Alternativa 1 (A) y Alternativa 2 (B). En círculo, la explotación cunícola (SIGPAC, 2019)

- Alternativa 1: Parcela A (próxima al municipio)
- Alternativa 2: Parcela B (próxima a la granja)

## 2.2. Criterios

- Acceso a parcela
- Distancia a propias instalaciones
- Distancia a núcleos de población
- Suministro de servicios básicos
- Orografía llana
- Superficie suficiente
- Propiedad

## 2.3. Estudio de alternativas

### - Alternativa 1. Parcela A

Se localiza en la propia localidad de Valverde de Campos y tiene una superficie de 3.700 m<sup>2</sup>, en la que se encuentran dos naves de 40x10 m ya en desuso y propiedad de los promotores. Eran las anteriores granjas de conejos, sin actividad desde que se realizó la ampliación de la explotación, trasladándose a las instalaciones actuales.



**Imagen 2: Localización parcela A en rojo (SIGPAC, 2019)**

Dispone de todos los servicios básicos (agua, electricidad, saneamiento, etc.) y, aunque está al lado del municipio, el suelo sobre el que se encuentran está categorizado como rústico de uso agrario, permitiendo su uso como explotación agropecuaria.

- Ventajas
  - Propiedad del promotor
  - Disponibilidad de todos los servicios
  - Conexión con carretera
  - Fácil acceso
  - Orografía llana
  - Menor inversión inicial. Existencia de construcciones donde realizar el proceso productivo

- Inconvenientes
  - Superficie insuficiente
  - Proximidad al pueblo (generación de olores)
  - Distancia a zona de generación de residuos (2,3 km)
  - Poca flexibilidad para adaptarse al proceso productivo por la existencia de construcciones ya realizadas

## - Alternativa 2. Parcela B

Se encuentra en la parcela anexa a la explotación cunícola. La propiedad de la misma pertenece a un particular, al que habría que adquirírsela. La orografía es bastante llana en su mayoría, excepto en el lateral este, donde existe un gran desnivel. Esto se tiene que tener en cuenta para el diseño de la construcción, ya que puede conllevar limitaciones en la disposición de las edificaciones, pero también puede aprovecharse para la conducción por gravedad de los lixiviados. Como se puede observar en la imagen 3, además, por su esquina superior derecha, cruza una línea de alta tensión.



**Imagen 3: Localización de parcela B en rojo (SIGPAC, 2019)**

Tiene una superficie de 65.920 m<sup>2</sup>, está categorizada como suelo rústico de uso agrario y su utilidad actual es para la actividad agrícola. No dispone de ningún servicio, pero se podrían ofrecer a través de una derivación desde la propia granja.

Conecta con caminos por su lado norte y este, además de con la propia explotación cunícola por el sur. Estos caminos son pistas de una calidad razonable, adaptados para el tránsito de los camiones que acceden a la granja, quedando probado, por tanto, su capacidad para el tráfico rodado de gran tonelaje.

- Ventajas
  - Superficie suficiente
  - Proximidad a zona de producción de residuos
  - Alejado de núcleos de población (no hay problemas de olores)
  - Fácil acceso a carretera
  - Orografía llana en la mayoría de la parcela
  - Gran flexibilidad para adaptar el terreno al proceso productivo
  - Disponibilidad de todos los servicios desde la granja
  
- Inconvenientes
  - No es propiedad del promotor
  - Hay que derivar todos los servicios desde la granja
  - Necesidad de construcción de todas las infraestructuras
  - Paso de línea de alta tensión por la parcela

## 2.4. Alternativa adoptada

Para la elección de la alternativa más apropiada, se empleará una tabla multicriterio, en la que se enfrentarán las alternativas propuestas a los criterios planteados. De este modo, la propuesta que mayor puntuación obtenga, será la elegida.

**Tabla 1: Matriz multicriterio para elección de localización, siendo 1 = malo; 2 = normal; 3 = bueno**

CRITERIOS	Acceso a parcela	Distancia a instalaciones	Distancia a núcleos de población	Suministro de servicios básicos	Orografía llana	Superficie	Propiedad	$\Sigma$
<b>A.1</b>	3	1	1	3	3	1	3	<b>15</b>
<b>A.2</b>	3	3	3	2	3	3	1	<b>18</b>

La tabla anterior muestra una puntuación mayor para la alternativa 2, es decir, la parcela B, que se encuentra anexa a la explotación cunícola. El mayor inconveniente asociado, es la necesidad de adquisición de la parcela, tasada en un precio aproximado de 41.000 €.

Para el resto de criterios determinados, la parcela B es más adecuada, al tener una gran superficie disponible con una orografía llana en su mayoría y una inclinación del terreno en uno de sus laterales que puede aprovecharse para la conducción de los lixiviados por gravedad. Su proximidad a la explotación reduce los costes de transporte del estiércol a la planta de compostaje y su ubicación, alejada de los núcleos habitados, disminuye los riesgos de molestias por malos olores. El acceso a la parcela es adecuado, a través de pistas, enlazando con la N-601. Los servicios básicos se pueden derivar desde la granja, que dispone tanto de agua como luz. Los efluentes producidos en la explotación serán gestionados y aprovechados de nuevo en el proceso productivo, no siendo necesario el servicio de saneamiento.

### **3. MATERIAL ESTRUCTURANTE**

La función del material estructurante es proporcionar porosidad y participar en la regulación de la humedad. Suelen ser materiales vegetales con una proporción bastante elevada de componentes leñosos, subproductos de procesos productivos de la zona, cuyo precio sea bajo o incluso gratis, reduciendo los costes del proceso y de transporte. Deben ser materiales que no conlleven problemas en el proceso de compostaje ni contengan elementos tóxicos.

#### **3.1. Alternativas propuestas**

Los materiales propuestos son elementos empleados de forma común como estructurantes en procesos de compostaje. A partir de los criterios elegidos, se determinarán cual es el que reúne mejores características.

- Alternativa 1: Residuos de poda
- Alternativa 2: Paja
- Alternativa 3: Sarmientos
- Alternativa 4: Viruta/astillas
- Alternativa 5: Residuos de la propia explotación

### 3.2. Criterios

Los criterios de elección serán principalmente de dos tipos:

- Características físico-químicas
  - o Tamaño
  - o Biodegradabilidad
  - o Humedad
  - o Relación C/N
- Disponibilidad
  - o Precio
  - o Proximidad de producción
  - o Cantidad

### 3.3. Estudio de alternativas

#### - Alternativa 1. Residuos de poda

La gestión de los residuos vegetales puede suponer un problema en muchos casos, tanto por su gran producción como por su marcada estacionalidad. Se generan en zonas con vegetación leñosa o arbustiva, siendo, por norma general, en espacios urbanos o en plantaciones de leñosas.

Son residuos con gran resistencia y baja biodegradabilidad, que deben ser debidamente triturados antes de la mezcla y tamizados al final del proceso de compostaje para recuperar la parte que no ha sido totalmente degradada. Muestran, además, una gran heterogeneidad, debido a su origen, incluyendo ramas, hojas, etc.

- o Ventajas
  - Coste nulo
  - Aporta buena estructura a la masa
- o Inconvenientes
  - Estacionalidad
  - Ocupa mucho volumen

- Producción en zonas alejadas
- Relación C/N muy variable, dependiente de su composición
- Baja biodegradabilidad que obliga a un pos-tratamiento para recuperación de la fracción que no ha sido degradada

#### - **Alternativa 2. Paja**

Los principales cultivos, especialmente los cereales, producen grandes cantidades de tallos y de hojas, además del producto principal, que por lo general es el grano. La paja constituye casi siempre la mitad de la vegetación que se puede cosechar de un cultivo.

Tales materiales no pueden ser consumidos por el ser humano, convirtiéndose en un subproducto. Pero tiene la competencia de otros sectores, como es la alimentación del ganado, creación de camas para los mismos, o el peletizado para producción de energía. Ello supone que, generalmente, su adquisición tenga un coste económico.

La composición química de la paja es variable y dependerá de las características químicas del suelo, de los fertilizantes o la climatología.

- Ventajas
  - Disponibilidad en zonas próximas
  - Buena biodegradabilidad
  - Aporta buena estructura a la masa
  - Eficacia comprobada (estudio realizado por la ETSIIAA)
- Inconvenientes
  - Competencia de otros sectores
  - Coste de adquisición
  - Necesidad de grandes cantidades para adecuar la relación C/N

### - **Alternativa 3. Sarmientos**

Se producen durante la poda y suelen ser abandonados por los viticultores cerca de las parcelas, quedando en las mismas durante un tiempo prolongado de tiempo y sin higienizar. La zona de Valverde de Campos se encuentra alejada de grandes zonas vitivinícolas, por lo que no puede asegurar un abastecimiento de dicho material de forma continua ni rentable.

La característica lignocelulosa del sarmiento indica que presentan una gran resistencia a la biodegradación, mayor que otros tipos de estructurantes.

- Ventajas
  - Coste mínimo o nulo
  - Forma de tratamiento e higienización de los sarmientos
  
- Inconvenientes
  - Producción alejada de la zona del proyecto
  - Baja biodegradabilidad que obliga a un pos-tratamiento para recuperación de la fracción que no ha sido degradada.

### - **Alternativa 4. Viruta/astillas**

La viruta es un fragmento de material residual con forma de lámina curvada o espiral obtenido como residuo en las industrias madereras. Las astillas son producidas como consecuencia del triturado de la madera, con unas dimensiones aproximadas de 5-100 mm. Esta amplia variabilidad, es función de su uso.

Sus características dependen del material de origen y su tratamiento, al igual que su tamaño y homogeneidad.

Su principal uso, actualmente, es como materia prima para el peletizado, siendo este un sector con amplio desarrollo y proyección. Por lo tanto, en muchas ocasiones no aparecen como subproducto, si no como materia prima para esta industria. En las proximidades de Valverde no existe ni una amplia cobertura forestal ni empresas dedicadas a dicha actividad.

- Ventajas
  - Alta relación C/N
  - Gran capacidad de absorción de humedad

- Con tamaño adecuado, grandes aptitudes como estructurante
- Inconvenientes
  - Producción alejada
  - Heterogeneidad
  - Gran demanda por la industria peletizadora

#### - **Alternativa 5. Residuos de la propia explotación**

La explotación cunícula emplea viruta de pino como cama para los conejos (yacija). Esta se mezcla con los pelos de los propios animales y es retirada cada quince días, aproximadamente. Su porosidad es alta y su relación C/N es óptima ( $\approx 29$ ) para el proceso de compostaje. La posibilidad de emplearlo como estructurante ofrece una alternativa de gestión circular de los residuos, integrándolos en el ciclo productivo, no siendo necesaria su gestión por otros cauces.

La cantidad generada anualmente (7.200 kg) es muy baja respecto a los requerimientos que el estiércol exige para su compostaje, ya que tendría que ser capaz de alcanzar una relación C/N muy próxima a la de la yacija.

- Ventajas
  - Relación C/N óptima para el compostaje
  - Coste nulo
  - Integrar en la producción un residuo de la explotación
  - Producción continua y regular
- Inconvenientes
  - Cantidad generada insuficiente para el proceso productivo

**Tabla 2: Resumen de características de estructurantes (CIEMAT, 2000)**

RESIDUO	HUMEDAD (%)	C/N
Paja	12	80
Sarmientos	6	66
Residuos de poda	70	200
Serrín	39	442
Yacija	31	29

### 3.4. Alternativa adoptada

A partir de la matriz multicriterio (tabla 3), se obtiene que la alternativa más adecuada es el empleo de paja como estructurante.

La paja supone un subproducto del proceso productivo agrícola que, aunque tiene un precio de adquisición, su producción es local y en unas cantidades que aseguran su acopio. Reúne todas las características exigidas a un estructurante, como son humedad, porosidad, relación C/N o estructura, además de una biodegradabilidad suficientemente alta como para no ser necesaria una labor de tamizado intensa al final del proceso productivo.

El resto de alternativas, como son los restos de poda, sarmientos o serrín, aunque poseen buenas características como estructurante, adolecen el problema de una producción alejada de la zona donde se proyecta la explotación. Ello no hace viable económicamente su empleo. El serrín, además, es un producto empleado en la industria peletizadora, lo que encarece su precio, no resultando competitivo.

La yacija, reúne todas las características exigidas, añadiendo además la posibilidad de gestionar un residuo de la explotación como subproducto en otro proceso productivo, como es el compostaje. Pero su baja producción hace inviable su uso como estructurante.

De este modo, se elegirá la paja como material estructurante. A pesar de ello, se continuará con la búsqueda de posibles estructurantes más económicos, que permitan rentabilizar más el proceso productivo.

**Tabla 3: Matriz multicriterio para elección de estructurante, siendo 1 = malo; 2 = normal; 3 = bueno**

CRITERIOS	FISICO-QUÍMICAS				DISPONIBILIDAD			$\Sigma$
	Tamaño	Biodegradabilidad	Humedad	Relación C/N	Precio	Proximidad	Cantidad	
<b>A.1</b>	3	2	2	3	3	1	1	<b>15</b>
<b>A.2</b>	3	3	3	3	1	3	3	<b>19</b>
<b>A.3</b>	3	2	3	3	3	1	1	<b>16</b>
<b>A.4</b>	3	2	3	3	1	1	1	<b>14</b>
<b>A.5</b>	3	3	3	3	3	3	1	<b>19</b>

## 4. TECNOLOGÍA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS

### 4.1. Alternativas propuestas

La lista de posibles tecnologías de tratamiento de residuos es amplia y variada, muy dependiente del material que se vaya a tratar. A continuación, se exponen algunas de las técnicas más empleadas para el tratamiento de estiércoles animales.

- Alternativa 1: Vertido
- Alternativa 2: Tratamiento térmico
- Alternativa 3: Deshidratación/secado
- Alternativa 4: Digestión anaerobia
- Alternativa 5: Compostaje

### 4.2. Criterios

Por su parte, los criterios evaluados se han dividido en 3 bloques (económicos, técnicos y del producto final) dentro de los cuales se valoran una serie de subcriterios. Estos son:

- **Económicos**
  - o Inversión inicial
  - o Mano de obra
  - o Mantenimiento
  - o Superficie
- **Técnicos**
  - o Control de variables
  - o Sencillez
  - o Tiempo de tratamiento
- **Producto**
  - o Calidad
  - o Higienización

### 4.3. Estudio de alternativas

#### - Alternativa 1. Vertido

La primera alternativa planteada sería continuar como actualmente, con la recogida de estiércol por parte de un agricultor local y aplicación en el suelo, con un beneficio aproximado de 10.000 €/año.

Por parte del promotor no sería necesario ningún trabajo ni coste alguno, aunque los beneficios obtenidos son limitados y dependientes de la negociación con el agricultor, no ofreciendo autonomía en la gestión de los residuos. En caso de no mantener el acuerdo, la granja debería gestionar la acumulación de los excrementos, siendo incluso necesario pagar para su retirada. La tasa de recogida de residuos en Castilla y León es de 20 €/t. Considerando una producción anual de 4.000 toneladas, los costes derivados serían de 80.000 €.

Por otro lado, la aplicación directa de estiércol al suelo conlleva una serie de problemas que afectan al medio ambiente (costes ambientales), entre las que destacan el lavado de nutrientes y la eutrofización de acuíferos, contaminación por los microorganismos contenidos en el mismo, etc.

Además, existe cada vez una legislación más restrictiva respecto a la aplicación directa de estiércol sobre el suelo, como el Real Decreto 980/2017, de 10 de noviembre, que especifica que “*La aplicación de purín en las superficies agrícolas no podrá realizarse mediante sistemas de plato o abanico ni cañones*”, siendo la predecesora de futuras restricciones, lo que puede poner en riesgo dicho contrato.

#### o Ventajas

- Beneficio neto
- Aporte de nutrientes al suelo
- No exige trabajo por parte del promotor

#### o Inconvenientes

- Riesgo de contaminación (exceso de nutrientes y patógenos) por la aplicación de un residuo no estabilizado
- Falta de autonomía. Dependencia del agricultor para el tratamiento de los residuos de la granja.
- Aumento de la restricción de aplicación directa de excrementos (por normativa)
- Baja aceptación por parte de la sociedad
- Generación de olores

## - **Alternativa 2. Tratamiento térmico**

Se considera como tratamiento térmico de los residuos cualquier proceso destinado a la transformación de los residuos mediante la aplicación de energía calorífica (incineración, pirólisis, secado, etc.). No son tratamientos finalistas pues generan residuos que han de gestionarse adecuadamente a sus características.

De estas tecnologías, tan solo la incineración está ampliamente desarrollada y probada en todos los aspectos, aunque hay una tendencia de crecimiento en la implantación de instalaciones de gasificación, pirólisis y gasificación por plasma, tanto por una baja aceptación a nivel social de la incineración, como por la voluntad y expectativa de conseguir una recuperación energética más eficiente.

La incineración es una combustión controlada, con emisión de calor. En general se aplica a residuos que poseen un poder calorífico medio y alto, es decir, que tengan una matriz fundamentalmente orgánica, no más del 60-70% de agua y un contenido en materia orgánica superior al 30%, para que resulte ser un proceso económicamente viable. Un problema asociado a la combustión de residuos es su gran heterogeneidad y que es el propio residuo el combustible.

Existen numerosos casos de residuos que, a pesar de no ser económicamente viable, se utiliza por ser el único ambiental y técnicamente aplicable.

Los costes medios de la incineración, estudiados para grandes incineradoras que tratan más de 30.000 t/año, son de 67 €/t. Los costes de inversión inicial de una incineradora para tratar 5.000 t/año de residuos, oscila entre 2-3,5 millones de €.

Debe considerarse también los problemas asociados a esta tecnología, como son: las emisiones atmosféricas contaminantes, las emisiones de efluentes líquidos producidos en el sistema de purificación de gases, la generación de residuos sólidos secundarios (cenizas y escorias, que se clasifican entre peligrosas y no peligrosas), ruido e impacto visual (asociado con la presencia de chimeneas).

Los gases que se forman durante el proceso de incineración, antes de ser emitidos a la atmósfera, deben ser tratados y controlados de manera que se eliminan los vapores ácidos, el material particulado y todas aquellas sustancias contaminantes que puedan contener.

Por su parte, evita la emisión a la atmósfera de contaminantes con la recuperación de energía, así como del ahorro de extracción de ciertos materiales por la recuperación que se da en las plantas.

El estiércol de conejo tiene una humedad del 70%, además de presentar una gran heterogeneidad, por la presencia de resto de alimento, cama, etc, dificultando su gestión mediante tratamiento térmico.

- Ventajas
  - Recuperación energética contenida en residuos
  - Disminución del volumen de los residuos (hasta 90%)

- Puede tratar cualquier tipo de residuo si posee adecuadas características caloríficas
- Rápido
- Mínimos requerimientos de espacio
  
- Inconvenientes
  - Emisión de contaminantes atmosféricos
  - Necesidad de tratamiento específico posterior del residuo de combustión
  - Impacto visual de la infraestructura
  - Baja aceptación social
  - Alto costo de tratamiento e inversión inicial
  - Limitada flexibilidad para adaptarse a variaciones estacionales de la generación de residuos
  - Malas características del estiércol cunícola para la combustión (alta humedad y heterogeneidad)

### - **Alternativa 3. Deshidratación/secado**

No son técnicas de tratamiento de residuos, sino para facilitar su manejo y reducir sus costes de transporte y/o tratamiento. El objetivo de ambas técnicas es la reducción de la humedad contenida en el material, consiguiéndose una disminución del volumen y el peso. El producto, ya higienizado, puede aplicarse sobre el terreno, con utilidades agrícolas.

La deshidratación se basa en la aplicación de energía mecánica (filtración o centrifugado) para la eliminación de la humedad, alcanzándose valores del 20-25%. En el caso del secado se emplea energía térmica, llegando a reducciones de la humedad del 60-65%.

Se pueden emplear ambas técnicas de forma combinada, aplicándose previamente la deshidratación y posteriormente el secado. El secado puede llevarse a cabo en un túnel, empleando calor de cogeneración, combustible o electricidad. Otro método es el secado solar, extendiendo los residuos en grandes superficies y exponiéndolos al sol.

- Ventajas:
  - Reducción de peso y volumen del residuo
  - Destrucción de patógenos y compuestos tóxicos
  - Permite obtener un producto valorizable
  - Sencillez
  - Proceso sin necesidades de energía (secado solar)
  
- Inconvenientes
  - No es una técnica de tratamiento de residuos
  - Altas necesidades energéticas
  - Emisión de volátiles
  - Grandes necesidades de espacio

#### - **Alternativa 4. Digestión anaerobia**

Es un proceso biológico que sucede de forma natural en el medio ambiente donde la materia orgánica se degrada en ausencia de oxígeno, por la acción de microorganismos. Como consecuencia de dicho proceso, se obtiene un subproducto, el biogás, que es una mezcla de gases combustibles, además del digestato, que es el residuo orgánico, con contenido en nitrógeno, fósforo y otros elementos minerales presentes inicialmente en la biomasa. El biogás puede aprovecharse como fuente de energía, a través de su combustión. El digestado puede aplicarse como fertilizante.

La mezcla de estos gases combustibles, está compuesta, fundamentalmente, de metano (CH<sub>4</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), ácido sulfhídrico (SH<sub>2</sub>) y otros gases (NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>...). El metano es el principal gas combustible y, la mezcla de gases tiene una potencia calorífica en torno a 5.500 kcal/m<sup>3</sup> (con un 60% de CH<sub>4</sub>), lo que equivale aproximadamente a 6,8 kW/h de producción eléctrica. Debe tenerse en cuenta que estos valores pueden variar mucho en función del tipo de residuo digerido.

**Tabla 4: Composición media de biogás (Estevan, P.; Virginia, C., 2008)**

ELEMENTO	COMPOSICIÓN (%)
CH <sub>4</sub>	50-70
CO <sub>2</sub>	30-50
SH <sub>2</sub>	< 2
Otros gases (NH <sub>3</sub> , N <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> )	<1

Hay una fase inicial de *hidrólisis* de la materia orgánica, donde los compuestos complejos se transforman en moléculas solubles y degradables como azúcares, aminoácidos, alcoholes y ácidos de cadena larga; seguido de una segunda fase de *acidogénesis*, donde las bacterias acidogénicas actúan sobre los compuestos provenientes de la hidrólisis transformándolos en ácidos de cadenas más cortas como ácido acético, butírico, etc. Le sigue otra fase de *acetogénesis*, en la que estos productos intermedios son convertidos por las bacterias acetogénicas en ácido acético, H<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>. Finalmente, en la *metanogénesis*, las bacterias metanogénicas forman metano (CH<sub>4</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a partir de los compuestos anteriores.

Se debe llevar a cabo un control exhaustivo de los parámetros que controlan el proceso (humedad, pH, contenido en sólidos totales, carga de nutrientes, relación C/N, temperatura, tiempo de retención), para conseguir un proceso con rendimientos adecuados.

Un problema asociado a los residuos ganaderos con una relación C/N baja es que pueden desarrollar interferencias en el proceso, por la emisión de amoníaco, que actúa como inhibidor en la producción de metano. Esto se puede solucionar mediante la co-digestión o mezcla de sustratos para adaptar las características de los mismos.

- Ventajas
  - Obtención de subproductos valorizables (biogás y digestato)
  - Reducción de emisión de gases de efecto invernadero
  - Balance energético positivo
  - Estabilización de materia orgánica
  
- Inconvenientes
  - Control exhaustivo de los parámetros
  - Necesidad de asegurar la estanqueidad del reactor

- Dificultad en almacenamiento de biogás
- Baja rentabilidad
- Muy dependiente de las características del residuo
- Excrementos de conejo tienen una relación C/N baja

#### - **Alternativa 5. Compostaje**

El compostaje es un proceso de descomposición biológica y estabilización de la materia orgánica, bajo condiciones que permitan un desarrollo de temperaturas termofílicas (40-60°C) como consecuencia de una producción biológica de calor, que da un producto final estable y libre de patógenos y semillas de malas hierbas. Este producto puede aprovecharse como fertilizante orgánico o como sustrato, entre otros usos.

Es la descomposición de la materia orgánica, en presencia de oxígeno, que llevan a cabo hongos, bacterias y actinomicetos existentes en los propios residuos. Se reduce el peso, el volumen y la reactividad de los residuos orgánicos obteniendo un fertilizante libre de malos olores, patógenos y semillas de malas hierbas, que puede ser manipulado y almacenado sin causar molestias.

El proceso puede desarrollarse mediante diferentes técnicas, ya sea estático o dinámico o ya sea un proceso abierto, semiabierto o cerrado.

##### ○ Ventajas

- Gestión de residuos con obtención de un producto valorizable
- Producto estabilizado, con buenas propiedades físicas, químicas y biológicas, con aplicación en suelos
- Fuente de materia orgánica y nutrientes
- Reduce necesidades de fertilizantes químicos
- Reduce emisión de gases de efecto invernadero
- Proceso sencillo
- Facilita manejo de residuos: reducción de volumen y producto estabilizado

- Inconvenientes
  - Necesita de grandes superficies
  - Gran influencia de climatología
  - Riesgo de generación de olores
  - Riesgo de contaminación por lixiviados

#### **4.4. Alternativa adoptada**

Expuestas las características de cada una de las tecnologías y sus ventajas e inconvenientes, se enfrentarán en una matriz donde se puntuarán en función de los criterios seleccionados. Finalmente, la tecnología con mayor puntuación, será la que se llevará a cabo.

La alternativa 1, vertido controlado o aplicación en el suelo, que es la situación actual, supone una opción muy cómoda y sencilla para los promotores, ya que no exige trabajo por su parte. Pero, además de los problemas ambientales asociados a esta práctica, la dependencia de un agente externo a la explotación supone una situación de vulnerabilidad de la empresa.

El tratamiento térmico mediante incineración tiene una amplia variedad de inconvenientes asociados, en todos los ámbitos, tanto ambientales, como sociales o económicos. Además, el alto contenido en humedad y la heterogeneidad del estiércol dificultan su aptitud como combustible. Por ello, no se plantea su aplicación.

El secado o deshidratación se ofrecen como alternativas previas a un tratamiento de los residuos, pero no como técnica de tratamiento. Sería necesaria una gestión posterior de los mismos con el coste económico asociado.

La biometanización o digestión anaerobia ofrece muchas ventajas, tanto ambientales como económicas, ya que se evita la emisión de gases de efecto invernadero, además de recuperar parte de la energía contenida en los residuos. Pero las características del estiércol, con altos contenidos en nitrógeno, además de las exigencias del propio proceso, suponen grandes retos para los promotores, que contemplan la gestión de sus residuos como un proceso complementario a la explotación cunícola. Hay que añadir que la gestión de residuos mediante esta técnica se encuentra en una situación delicada actualmente, no apareciendo como una opción atractiva.

El compostaje es una técnica de tratamientos de residuos sencilla, robusta, económicamente viable y que se encuentra en una situación de amplio desarrollo y aceptación por la sociedad, que ofrece como producto un material valorizable y de aplicación en las proximidades. Los grandes requerimientos de superficie, el riesgo de olores y contaminación y la influencia de los fenómenos meteorológicos pueden resolverse de manera relativamente sencilla mediante un adecuado diseño y gestión del proceso. Por ello, esta será la técnica de tratamiento de residuos seleccionada.

**Tabla 5: Matriz multicriterio para elección de tecnología de tratamiento, siendo 1 = malo; 2 = normal; 3 = bueno**

CRITERIOS	ECONÓMICOS				TÉCNICOS			PRODUCTO		Σ
	Inversión inicial	Mano de obra	Mantenimiento	Superficie	Control de variables	Sencillez	Tiempo de tratamiento	Calidad	Higienización	
<b>A.1</b>	3	2	2	1	1	3	3	1	1	<b>17</b>
<b>A.2</b>	1	2	1	3	1	1	3	1	1	<b>14</b>
<b>A.3</b>	1	2	2	2	2	2	1	2	2	<b>16</b>
<b>A.4</b>	1	2	1	3	1	1	2	3	3	<b>17</b>
<b>A.5</b>	2	2	3	1	3	3	2	3	3	<b>22</b>

## 5. APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA

Con el término de “aplicación de la tecnología” se hace referencia a la combinación de métodos aplicados al residuo para su tratamiento a partir de la tecnología elegida en el apartado anterior. Por ello, una vez seleccionada la aplicación del compostaje, se deberá seleccionar la metodología más adecuada para optimizar el proceso.

### 5.1. Alternativas propuestas

Las alternativas planteadas son las siguientes:

- Alternativa 1: compostaje en pilas volteadas y maduración en mesetas
- Alternativa 2: compostaje en pilas estáticas con ventilación forzada y maduración en mesetas
- Alternativa 3: pre-compostaje en pilas volteadas con vermicompostaje posterior
- Alternativa 4: pre-compostaje en pilas volteadas con parte a vermicompostaje y parte a maduración

### 5.2. Criterios

Los criterios evaluados, han sido los mismos que en el apartado anterior, a los que se han añadido algunos más, dividiéndose en 3 bloques (económicos, técnicos y del producto) dentro de los cuales se valoran una serie de subcriterios. Estos son:

- **Económicos**
  - Inversión inicial
  - Rentabilidad
  - Mano de obra
  - Adaptación a exigencias del promotor
  - Mantenimiento
  - Superficie
- **Técnicos**
  - Control de variables
  - Adaptación a cambios (Robustez)

- Tiempo de trabajo
  - Sencillez
  - Automatización
  - Tiempo de tratamiento
- **Producto**
- Calidad
  - Higienización

### 5.3. Estudio de alternativas propuestas

#### - Alternativa 1

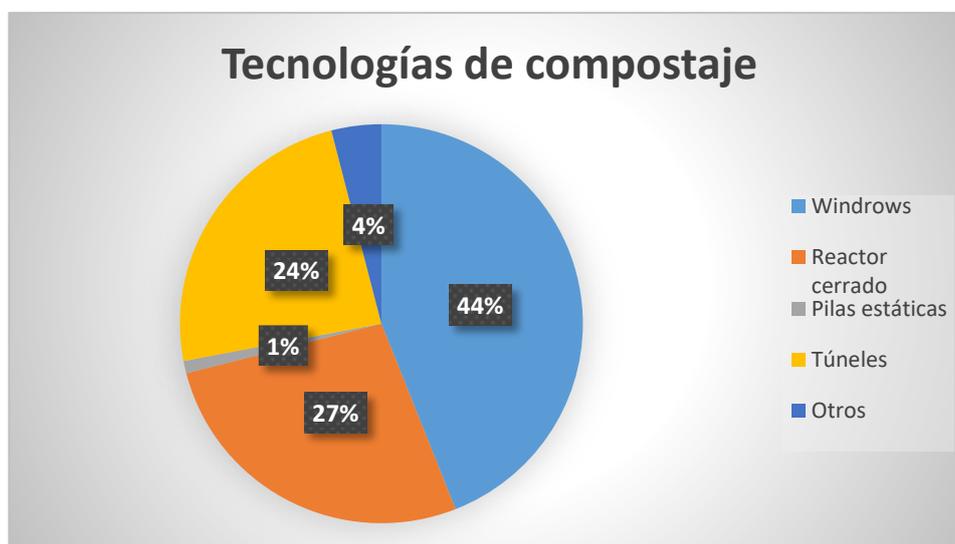
El compostaje en pilas volteadas consiste en el apilamiento de la masa de residuos en hileras, con sección triangular o trapezoidal, que son regularmente aireados mediante volteos mecánicos. La frecuencia del volteo depende del tipo de material, de la humedad y de la rapidez con que deseamos realizar el proceso, siendo habitual realizar un volteo cada 6 - 10 días.

El grado de sofisticación es muy amplio, desde el uso una pala tipo cazo acoplada a un tractor hasta una volteadora sobre raíles con riego automático, aunque se caracteriza por su sencillez. La altura de estas pilas no es superior a 2,5 metros, para impedir una excesiva compactación y situaciones de anaerobiosis.

El compostaje en pilas volteadas y maduración en mesetas se presenta como una alternativa sencilla, con una inversión inicial y mantenimiento relativamente bajos y unas necesidades de mano de obra compatibles con la actividad de la granja. Las necesidades de superficie son amplias y el tiempo para formar el producto final se alargaría en el tiempo. A cambio, siguiendo una serie de buenas prácticas y control del proceso, se obtiene un producto de calidad alta y correctamente higienizado. Por su parte, la baja inversión y sencillez de equipos permite la adaptación a cambios.

- Ventajas
  - Tecnología simple y económica
  - Sistema más empleado en la práctica (Gráfico 1)
  - Tecnología más adaptada a residuos heterogéneos
  - Los volteos reducen el tamaño de las partículas, reduciendo las necesidades de tamizado
  - Producto final homogéneo. Los volteos homogenizan la masa

- Adecuada estabilización y secado del producto final con un correcto seguimiento de los parámetros
  - Mayor adaptación a cambios en la producción
- Inconvenientes
- Grandes necesidades de espacio
  - Menor control de la higienización del producto, al no poderse asegurar alcanzar temperaturas elevadas. Este riesgo se reduce asegurando que todo el material pase por la zona central de la pila.
  - Mayores pérdidas de nitrógeno, por los volteos
  - Oxigenación solo de forma periódica
  - Producción de olores y partículas a la atmósfera durante el volteo
  - Altura de pila dependiente de la volteadora
  - Influencia de factores climáticos extremos. Se puede reducir su incidencia con una cubierta simple



**Gráfico 1: Tecnologías de compostaje más empleadas en España**

## - Alternativa 2

La tecnología de ventilación forzada consiste en el apilamiento de los residuos a compostar en hileras, las cuales permanecen estáticas durante todo el proceso. El aporte de oxígeno, que puede ser continuo o intermitente, se realiza generalmente a través de boquillas o de tubos perforados. Un ventilador o una soplante garantizan la circulación de aire.

Se estima un consumo medio de 0,2 m<sup>3</sup>/min·t para garantizar un 15% de oxígeno en masa. Considerando unas pilas de compostaje de 93 t, las necesidades estimadas son de 1.100 m<sup>3</sup>/h por cada una de las pilas. Estas suponen unas necesidades de aireación muy bajas, pero requieren de unas instalaciones mínimas. Estas, aunque no son muy exigentes y costosas, sufren el problema de los costes de escalado: cuanto mayor es el volumen tratado más rentable resulta la instalación.

El compostaje en pilas estáticas con ventilación forzada y maduración en mesetas es una variante a la opción anterior, que permitiría acortar los tiempos del proceso, con una mayor automatización y control de los parámetros. Se aseguraría además una buena higienización del producto final. Por su parte, esta opción supone una inversión inicial muy alta, con mayores necesidades de mantenimiento y con similares necesidades de mano de obra, sin una mejora sustancial en el proceso ni en el producto final.

### o Ventajas

- Mayor control de los parámetros
- Mínimos problemas de contaminación atmosférica (en los casos de ventilación por succión)
- Automatización de operaciones. Necesidades de personal reducidas
- Aceleración del proceso
- Menores necesidades de espacio.

### o Inconvenientes

- Tecnología no indicada para todo tipo de materiales, más aplicada a aquellos homogéneos, como lodos
- La aireación puede suponer el 35-40% del coste de operación
- Necesidad de una adecuada preparación previa. Riesgo de compactación de la masa si su estructura no es adecuada
- Riesgo de creación de canales favorables de ventilación

- Grandes necesidades de mantenimiento, por ser un material corrosivo
- Inversión inicial moderadamente alta

### - **Alternativa 3**

Se plantea el vermicompostaje del estiércol como método de tratamiento del mismo. Esta alternativa ofrece un producto final de mayor calidad y aceptación en el mercado, con unos requerimientos de inversión y mantenimiento moderadamente bajos, siendo además un método relativamente sencillo. Como contrapartida, las necesidades de espacio y tiempo para desarrollar el proceso son superiores a la anterior propuesta, con mayores requerimientos de mano de obra. Las lombrices son organismos sensibles a las condiciones ambientales, especialmente a las altas concentraciones de amoníaco. Por ello, se deben controlar los parámetros de forma exhaustiva.

A diferencia del compostaje, que tiene lugar por acción de los microorganismos bajo condiciones termofílicas, el vermicompostaje es un proceso de degradación acelerada de la materia orgánica en régimen de temperaturas mesofílico llevado a cabo por la acción conjunta de algunas especies de lombrices de tierra y microorganismos. Las lombrices se encargan de fragmentar el sustrato reduciendo su tamaño de partícula y modificando sus propiedades físicas, químicas y biológicas, de forma que incrementan la superficie disponible para el ataque de los microorganismos. Por su parte, los microorganismos llevan a cabo la descomposición bioquímica del sustrato. Se obtiene de este modo un producto estabilizado e higienizado de gran calidad, conocido como humus de lombriz.

Las lombrices son sensibles a ambientes con altas concentraciones de amoníaco, que les resulta tóxico. Por ello, el desarrollo de una fase activa previa, o pre-compostaje del estiércol, reducirá este riesgo, ofreciendo a las lombrices un ambiente óptimo para su desarrollo.

#### ○ Ventajas

- Mínimo impacto ambiental
- Producto de gran calidad e higienizado
- Producción indirecta de biomasa de lombriz, con alto contenido proteico.
- Inversión inicial moderadamente baja

- Inconvenientes
  - Necesidad de conocimiento del proceso
  - Proceso más delicado que el compostaje. Las lombrices son más sensibles a la variación de los parámetros
  - Mayor necesidad de mano de obra
  - Grandes necesidades de superficie

#### - **Alternativa 4**

Un pre-compostaje en pilas volteadas con una división del producto parcialmente estabilizado, parte a vermicompostaje y parte a maduración, se ofrece como la última alternativa. Supone una variación a la anterior propuesta, con la que se pretende solucionar los problemas asociados a los riesgos del tratamiento de residuos frescos para las lombrices.

Las lombrices son sensibles a ambientes con altas concentraciones de amoníaco, que les resulta tóxico. Por ello, el desarrollo de un pre-compostaje del estiércol, reducirá este riesgo al disminuir la carga de nitrógeno de los mismos, ofreciendo a las lombrices un ambiente más favorable para su desarrollo.

Debido al amplio espectro de posibles clientes y a la alta competitividad entre productos orgánicos, el mercado exige el desarrollo de diferentes fórmulas comerciales que se adapten a los distintos perfiles. Por otra parte, el desarrollo de un proceso de vermicompostaje es más lento y complejo que una simple maduración de compost. El planteamiento de una doble línea de producción tras la fase activa, permite la producción de distintos productos, aportando mayor robustez al sistema, capacitándole para adaptarse a las exigencias del cliente.

Las necesidades de inversión y mantenimiento son relativamente bajas, obteniéndose dos productos de calidad y correctamente higienizados, que ofrecen una gran capacidad de adaptación al mercado. Las necesidades de espacio y tiempo son similares a las anteriores, aunque, al desarrollarse dos vías de tratamiento, la complejidad puede aumentar en cierta medida. Además, se adapta perfectamente a los requerimientos del promotor, que exigía la producción de vermicompost.

- Ventajas
  - Posibilidad de producir diferentes productos, adaptándose a las necesidades del mercado
  - Inversión relativamente baja

- Inconvenientes
  - Mayor complejidad. El desdoblamiento de la línea de producción después de la fase activa conlleva un mayor número de operaciones
  - Mayores necesidades de espacio
  - Mayores necesidades de mano de obra

#### 5.4. Alternativa adoptada

Al igual que en los casos anteriores cada una de las alternativas propuestas se comparará con el resto en una matriz, determinando la más adecuada a partir de aquella que reúna mayor puntuación de los criterios expuestos.

En base a los resultados obtenidos a partir de la Tabla 6, se concluye que la opción más adecuada será la “Alternativa 4”, consistente en “pre-compostaje en pilas volteadas con parte a vermicompostaje y parte a maduración”. Esta alternativa acumula un valor más elevado que el resto.

El volumen de residuos tratados es relativamente moderado, lo que supone que el factor económico es determinante, siguiendo los principios de la economía de escala. Por ello, se deberá aplicar aquella tecnología que asegure un producto de calidad con los mínimos costes posibles. El estudio climático indica que los fenómenos meteorológicos extremos no son de una magnitud tal que puedan comprometer la evolución del proceso. Esto permite prescindir de una cubierta para la fase activa, reduciendo la inversión inicial y respaldando aquella tecnología más simple y económica.

Aunque la técnica de aireación forzada permite una mayor automatización de las operaciones y una reducción de la mano de obra, a priori, el carácter corrosivo del material y del proceso, obligan a un continuo seguimiento de las infraestructuras para asegurar su mantenimiento. La tecnología más simple implica un menor mantenimiento, traduciéndose en menores necesidades de mano de obra y de dinero.

La disponibilidad de terreno no es un factor limitante, que favorezca aquella técnica que acelere el proceso y, por tanto, minimice el tiempo de residencia del producto en la planta.

Las características del estiércol cunícola hacen de él un producto heterogéneo y con gran capacidad de compactación y agregación, teniendo una peor adaptación a las exigencias de un compostaje con aireación forzada. Por su parte, los volteos periódicos favorecerán su homogenización y esponjamiento, obteniéndose un producto final uniforme y asegurando un ambiente aerobio.

La ubicación de la planta, alejada de núcleos de población y de vías de comunicación, reduce la incidencia de los malos olores, que podrían ser críticos en la proximidad de zonas habitadas. Por ello, el control de este factor no se considera

determinante en la operación, no siendo necesario, por tanto, medidas reductoras, como sería un biofiltro.

Los estudios previos, llevados a cabo por la ETSIIAA, han demostrado que la tecnología de volteo permite obtener un producto de adecuada calidad. La bibliografía confirma que, con un correcto manejo del residuo, se puede asegurar una óptima estabilidad e higienización del producto final. El producto derivado de un compostaje con aireación forzada no presenta mejores características que en el caso de llevarse a cabo mediante volteo.

El producto final obtenido y la reducción de tiempo lograda a través de un sistema de aireación forzada, no justifican los elevados costos derivados de su instalación.

Por su parte, la división del material de salida de la fase activa en dos líneas diferentes permite obtener dos productos distintos, consiguiéndose adaptar a un mayor espectro de potenciales clientes. Además, derivando parte del compost fresco a maduración, se cumple con la exigencia impuesta por el promotor, referente a la producción de vermicompost, a la vez que se reduce la inversión inicial. Si el producto es requerido en el mercado, en un futuro puede adaptarse toda la explotación para su producción.

**Tabla 6: Matriz multicriterio para elección de alternativa de tecnología, siendo 1 = malo; 2 = normal; 3 = bueno**

CRITERIOS	ECONÓMICOS					TÉCNICOS						PRODUCTO		Σ
	Inversión inicial	Mano de obra	Adaptación a exigencias promotor	Mantenimiento	Superficie	Control de variables	Adaptación a cambios	Tiempo de trabajo	Sencillez	Automatización	Tiempo de tratamiento	Calidad	Higienización	
<b>A.1</b>	3	3	1	3	1	2	3	2	3	2	2	3	2	<b>30</b>
<b>A.2</b>	1	3	1	1	3	3	1	2	2	3	3	3	3	<b>29</b>
<b>A.3</b>	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	<b>30</b>
<b>A.4</b>	3	2	3	3	2	2	3	2	2	2	2	3	3	<b>32</b>

## 6. CUBIERTA PARA EL VERMICOMPOSTAJE

El vermicompostaje es un proceso biológico que requiere de unas necesidades más exigentes que el compostaje. La parcela donde se ubica el proyecto está sometida a un clima mediterráneo continental, lo que hace necesaria alguna estructura de protección para las literas, que impida la incidencia de las lluvias o del sol, entre otros fenómenos.

Por otra parte, el nivel de apilamiento de las masas no es tan alto, por lo que no exige maquinaria de grandes dimensiones, permitiendo el diseño de estructuras de menor porte. Este bajo apilamiento requiere mayores necesidades de superficie, siendo estas obras de gran envergadura, lo que supone grandes costes.

Por ello, antes de iniciar el diseño de la estructura que proteja las literas de vermicompostaje deben estudiarse todas las posibilidades, para elegir aquella opción que brinde una buena protección con una inversión adecuada.

Se ha empleado el programa “*Metapla*” para el cálculo de estructuras y materiales necesarios para la construcción de cada una de las alternativas.

### 6.1. Alternativas propuestas

Las alternativas planteadas son las siguientes.

- Alternativa 1: Estructura compuesta por pórticos
- Alternativa 2: Estructura compuesta por cerchas
- Alternativa 3: Invernadero tipo capilla

### 6.2. Criterios

Los criterios evaluados, se han dividido en 3 grupos siendo estos: materiales, técnicos y económicos. En el primero de ellos, se hará referencia al volumen y tipo de material necesario para la construcción de cada una de las estructuras. Con los criterios técnicos se evaluará la rentabilidad de la infraestructura; es decir, la protección que ofrece frente al esfuerzo de construcción que supone. Finalmente, con los criterios económicos se valorarán los costes derivados de su instalación y mantenimiento.

- **Materiales**
  - o Estructura metálica
  - o Zapatas
  - o Placas de anclaje

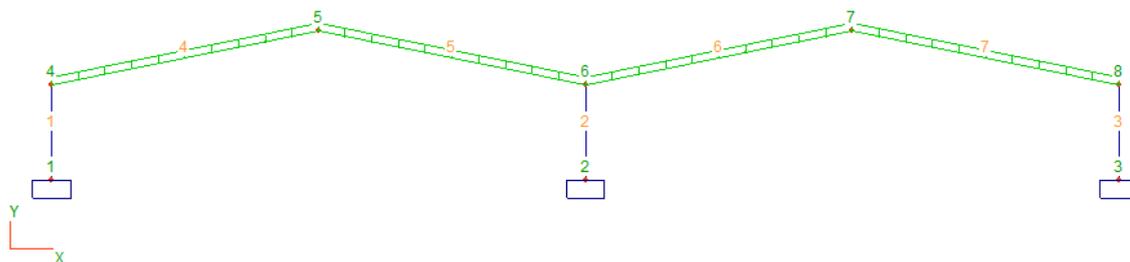
- Número de pórticos
- **Técnicos**
  - Superficie cubierta
  - Protección ofrecida
  - Tiempo de trabajo para su construcción
  - Sencillez
- **Económicos**
  - Inversión inicial
  - Costes de mantenimiento

### 6.3. Estudio de alternativas propuestas

#### - Alternativa 1. Estructura compuesta por pórticos

Se plantea la construcción de una cubierta a dos aguas, que sea capaz de cubrir todas las literas de vermicompostaje. La superficie total es de 5.040 m<sup>2</sup>, siendo sus dimensiones 90x56 m. Por razones constructivas, se valora su construcción en dos naves gemelas de 90x28 m, con dos pórticos de 28 m de luz y una separación entre vanos de 5 m. Por lo tanto, serán necesarios 19 pórticos por nave.

Los pórticos son conjuntos de barras enlazadas entre sí, que forman un subconjunto estructural dentro de la estructura general de un edificio.



**Imagen 4: Estructura de los pórticos (Metalpla)**

Cada uno de los 19 pórticos dobles consta de 8 barras, 3 de las cuales serán pilares (I HEB) y 5 vigas (IPE). Serán necesarias también 3 zapatas, una en cada uno de los pilares. Las grandes dimensiones de la estructura obligan a la utilización de perfiles de grandes dimensiones y, por tanto, de gran coste.

**Tabla 7: Necesidades de materiales para pórtico**

<b>BARRAS</b>			
<b>Tipo</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Precio</b>
I HEB 320	15	1.895,8	
IPE 500	57,11	5.200,4	
<b>PLACAS DE ANCLAJE</b>			
<b>Chapa</b>		<b>Peso (kg)</b>	<b>Precio</b>
#10		10,1	
#15		232,5	
#30		247,5	
<b>ANCLAJES Y BULONES</b>			
<b>Redondo</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Precio</b>
Ø 16	29,18	5,4	
Ø 20	3,39	72,0	
<b>ZAPATA 1</b>			
	<b>Medición</b>		<b>Precio</b>
<b>Excavación</b>	15,1		378,0
<b>Hormigón</b>	15,1		1.814,4
<b>Acero</b>	118,7		4.154,3
<b>ZAPATA 2</b>			
	<b>Medición</b>		<b>Precio</b>
<b>Excavación</b>	0,7		18,0
<b>Hormigón</b>	0,7		86,4
<b>Acero</b>	40,1		1.404,6
<b>ZAPATA 3</b>			
	<b>Medición</b>		<b>Precio</b>
<b>Excavación</b>	15,1		378,0
<b>Hormigón</b>	15,1		1.814,4
<b>Acero</b>	118,7		4.154,3

#### - **Alternativa 2. Estructura compuesta por cerchas**

Se plantea la construcción de una cubierta de iguales dimensiones que la alternativa anterior, es decir, una cubierta a dos aguas. La superficie total será de 5.040 m<sup>2</sup>, siendo sus dimensiones 90x56 m. Por similares razones constructivas que en el caso anterior, se valora su construcción en dos naves gemelas de 90x28 m, con dos pórticos de 28 m de luz y una separación entre vanos de 5 m, siendo necesarios 19 pórticos.

Una cercha es una estructura reticular de barras rectas interconectadas en nodos formando triángulos. En este tipo de estructuras las barras trabajan predominantemente a compresión y tracción presentando comparativamente flexiones pequeñas, lo que permite aligerar las estructuras.



**Imagen 5: Estructura de cerchas (Metalpla)**

Cada uno de los 19 pórticos dobles consta de 141 barras, 3 de las cuales serán pilares (I HEA) y 138 tubos cuadros (40.40.2) y rectangulares (60.40.2). Serán necesarias también 3 zapatas, una en cada uno de los pilares.

**Tabla 8: Necesidades de materiales para cerchas**

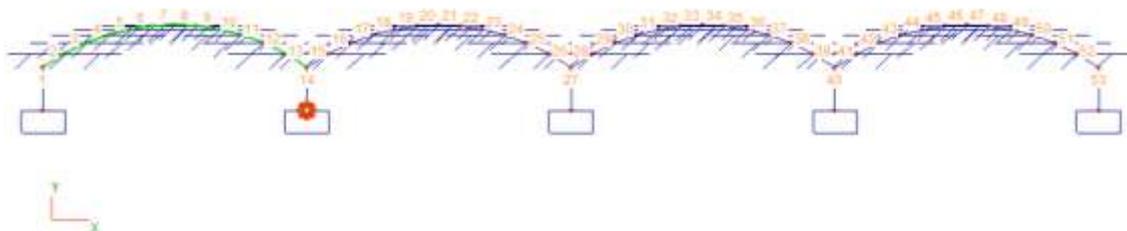
<b>BARRAS</b>			
<b>Tipo</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Precio</b>
Tubo cuadrado (40.40.2)	138,8	314,0	
Tubo rectangular (60.40.2)	108,68	315,7	
I HEA 100	15	249,7	
<b>PLACAS DE ANCLAJE</b>			
<b>Chapa</b>		<b>Peso (kg)</b>	<b>Precio</b>
#6		14,1	
#8		12,1	
<b>ANCLAJES Y BULONES</b>			
<b>Redondo</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Precio</b>
Ø20	7,64	18,9	
<b>ZAPATA 1</b>			
	<b>Medición</b>		<b>Precio</b>
<b>Excavación</b>	0,1		3,2
<b>Hormigón</b>	0,1		15,0
<b>Acero</b>	2,4		82,5
<b>ZAPATA 2</b>			
	<b>Medición</b>		<b>Precio</b>
<b>Excavación</b>	0,1		3,2
<b>Hormigón</b>	0,1		15,0
<b>Acero</b>	2,4		82,5
<b>ZAPATA 3</b>			
	<b>Medición</b>		<b>Precio</b>

<b>Excavación</b>	0,1		3,2
<b>Hormigón</b>	0,1		15,0
<b>Acero</b>	2,4		82,5

- **Alternativa 3. Invernadero tipo capilla**

La tercera alternativa plantea la construcción de un invernadero que servirá como cubierta. Este tendrá unas dimensiones menores y cubrirá solo 2 hileras. Por ello serán necesarios 8 similares. Las dimensiones de cada uno de los mismos serán de 12x42 m, separados sus vanos 2 m, con un total de 22 vanos. La superficie cubierta total será de 4.032 m<sup>2</sup>.

Se dispondrán 4 invernaderos contiguos, enfrentados a otros 4, con igual disposición. La cubierta tendrá forma semicircular, elevado 2 metros sobre el suelo mediante pilares.



**Imagen 6: Estructura del invernadero (Metalpla)**

Cada uno de los 22 pórticos consta de 53 barras, 5 de las cuales serán pilares y el resto constituirán la estructura de la cubierta. Estarán conformados por tubos circulares (50.3). Serán necesarias 5 zapatas, una en cada uno de los pilares.

**Tabla 9: Necesidades de materiales para invernadero**

<b>BARRAS</b>			
<b>Tipo</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Precio</b>
Tubo circular (50.3)	61,32	213,3	
<b>PLACAS DE ANCLAJE</b>			
<b>Chapa</b>		<b>Peso (kg)</b>	<b>Precio</b>
#6		12,6	
#7		0,1	
<b>ANCLAJES Y BULONES</b>			
<b>Redondo</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Precio</b>
Ø12	12,72	1,4	
Ø20	1,48	31,4	
<b>ZAPATA 1</b>			
	<b>Medición</b>		<b>Precio</b>

<b>Excavación</b>	0,3		6,4
<b>Hormigón</b>	0,3		30,8
<b>Acero</b>	6,0		211,1
<b>ZAPATA 2</b>			
	<b>Medición</b>		<b>Precio</b>
<b>Excavación</b>	0,1		3,6
<b>Hormigón</b>	0,1		17,3
<b>Acero</b>	3,4		118,7
<b>ZAPATA 3</b>			
	<b>Medición</b>		<b>Precio</b>
<b>Excavación</b>	0,1		2,5
<b>Hormigón</b>	0,1		12,0
<b>Acero</b>	2,4		82,5
<b>ZAPATA 4</b>			
	<b>Medición</b>		<b>Precio</b>
<b>Excavación</b>	0,1		2,5
<b>Hormigón</b>	0,1		12,0
<b>Acero</b>	2,4		82,5
<b>ZAPATA 5</b>			
	<b>Medición</b>		<b>Precio</b>
<b>Excavación</b>	0,1		2,5
<b>Hormigón</b>	0,1		12,0
<b>Acero</b>	2,4		82,5

#### 6.4. Alternativa adoptada

A partir de los materiales necesarios para la construcción de cada una de las estructuras y comparándose entre sí (Tabla 10), se puede observar como los requerimientos de material son bastante diferentes entre las diferentes alternativas.

**Tabla 10: Comparación de materiales necesarios para las infraestructuras**

<b>BARRAS</b>						
	<b>PÓRTICO</b>		<b>CERCHA</b>		<b>INVERNADERO</b>	
<b>Tipo</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Peso (kg)</b>
	72,11	7.096,2	262,48	879,4	61,32	213,3
<b>PLACAS DE ANCLAJE</b>						
	<b>PÓRTICO</b>		<b>CERCHA</b>		<b>INVERNADERO</b>	
<b>Chapa</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Precio</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Precio</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Precio</b>
	490,1		26,2		12,7	
<b>ANCLAJES Y BULONES</b>						
	<b>PÓRTICO</b>		<b>CERCHA</b>		<b>INVERNADERO</b>	
<b>Redondo</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Peso (kg)</b>
	32,57	77,4	7,64	18,9	14,2	32,8
<b>ZAPATAS</b>						
	<b>PÓRTICO</b>		<b>CERCHA</b>		<b>INVERNADERO</b>	
	<b>Medición</b>	<b>Precio</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio</b>
<b>Excavación</b>	30,9	774	0,3	9,6	0,7	17,5
<b>Hormigón</b>	30,9	3.715,2	0,3	45	0,7	84,1
<b>Acero</b>	277,5	9.713,2	7,2	247,5	16,6	577,3

Las necesidades de material son muy superiores en la primera de las alternativas frente a las otras dos. Comparando entre la construcción de una cercha o un invernadero, se aprecia que el material empleado para las barras es superior en el caso de las cerchas, mientras que el gasto en zapatas es superior en el caso del invernadero.

La alternativa que resulta más económica en materiales es el invernadero, por lo que será la opción escogida.

Tabla 11: Matriz multicriterio para elección de alternativa de cubierta, siendo 1 = malo; 2 = normal; 3 = bueno

CRITERIOS	ESTRUCTURALES				TÉCNICOS				Económicos		Σ
	Estructura	Zapatas	Placas	Pórticos	Superficie	Protección	Tiempo de trabajo	Sencillez	Inversión	Mantenimiento	
<b>A.1</b>	1	1	1	3	1	2	1	2	1	3	<b>16</b>
<b>A.2</b>	2	3	2	3	1	2	1	1	2	3	<b>20</b>
<b>A.3</b>	3	3	3	1	2	3	2	3	3	1	<b>24</b>

## 7. MATERIAL DE CUBIERTA DE INVERNADEROS

Elegida el tipo de infraestructura que se instalará para la cobertura del proceso de vermicompostaje, debe seleccionarse el material que se empleará para la misma.

La oferta de materiales disponibles para llevar a cabo la cubierta de un invernadero es muy amplia. Cabe destacar que el objetivo de la cubierta de los invernaderos realizados en el presente proyecto es la de ofrecer una cobertura para el desarrollo de las lombrices, especialmente contra las lluvias intensas y las bajas temperaturas. Además, la protección contra la radiación solar directa también es un factor importante.

Por ello, aunque se van a proponer diferentes materiales empleados en la industria viverística y hortícola, los criterios de valoración no serán los mismos que en ellos.

### 7.1. Alternativas propuestas

Dentro de la amplia oferta de materiales disponibles en el mercado, se han seleccionado materiales plásticos, ya que se adaptan más a las exigencias del proyecto, siendo más ligeros y baratos que otras opciones. Se han estudiado los siguientes:

- Alternativa 1: Policloruro de vinilo (PVC)
- Alternativa 2: Polietileno (PE)
- Alternativa 3: Copolímero etil-acetato de vinilo (EVA)
- Alternativa 4: Policarbonato (PC)

### 7.2. Criterios

Como se ha comentado anteriormente, los criterios evaluados para la elección del material de cubierta para los invernaderos no son los mismos que se elegirían si el destino de los mismos fuera para la producción vegetal.

El factor principal a considerar será el de la protección térmica que ofrezca a las lombrices, siempre y cuando sea económicamente viable. De forma paralela también se tendrán en cuenta otros factores como la facilidad de instalación y el mantenimiento que la cubierta requiera, además de la vida útil que tenga el plástico, que redundará en los costes de la misma.

Por ello, se han diferenciado dos tipos de criterios:

- Técnicos
  - o Protección térmica
  - o Protección lumínica
  - o Instalación
- Económicos
  - o Coste
  - o Mantenimiento
  - o Duración

### 7.3. Estudio de alternativas

#### - Alternativa 1. Policloruro de vinilo (PVC)

El policloruro de vinilo (PVC) es un material rígido al que se le añaden aditivos para flexibilizarlo además de antioxidantes, estabilizantes y absorbentes de radiación ultravioleta. Sus láminas tienen densidades entre 1.250-1.500 kg/m<sup>3</sup>. Se presenta en placas lisas u onduladas con espesores entre 1 a 1,5 mm.

Transmite la luz visible en porcentajes elevados, pero con baja dispersión. Se adhiere el polvo fácilmente debido a su elevada electricidad, restándole transmisividad, y su elevado contenido en cloro le proporciona un buen efecto barrera al IR. Su principal ventaja es una opacidad a la radiación térmica menor del 40%, y una alta transmitancia a la radiación visible, aproximadamente del 90%.

El PVC se degrada debido a cambios químicos producidos por el calor y la luz en presencia del oxígeno; también se debe a que el plastificante se disuelve. Igualmente es un material poco resistente al rasgado. Se estima su duración entre 2 o 3 años para láminas flexibles, siendo superior a 6 años para láminas rígidas.

#### - Alternativa 2. Polietileno (PE)

El polietileno es un derivado de la hulla y el petróleo, puede ser de alta y baja densidad, siendo los primeros más rígidos y frágiles a baja temperatura que los segundos.

Para el cerramiento de invernaderos se utiliza sólo el de baja densidad (baja cristalinidad) y alto peso molecular (bajo índice de fluidez). El PE se degrada por la radiación UV y el oxígeno, por lo que la exposición permanente a la intemperie provoca su rotura al perder las propiedades mecánicas. El PE de baja densidad es el

material plástico que menos resistencia tiene a la rotura, pero también el que menos pesa.

Tiene un poder absorbente de 5 al 30% en los espesores utilizados en agricultura; el poder de reflexión es de 10 al 14%; el poder de difusión es bajo. Según esto, la transparencia del PE está comprendida entre el 70-85%.

Se puede diferenciar entre 3 tipos de polietileno:

- Polietileno normal

Presenta muy poca opacidad a las radiaciones nocturnas del suelo; es permeable en un 70% por lo que retiene poco el calor que emiten las plantas y el suelo durante la noche. Si no lleva en su composición antioxidantes e inhibidores de rayos UV, la duración de éstos tipos de plásticos no excede de un año.

- Polietileno normal de larga duración

Sus características son idénticas al normal, a excepción de su duración, que es bastante mayor, de 2 a 3 años.

- Polietileno térmico de larga duración

El PE transparente térmico es un plástico que tiene la propiedad de dificultar mucho el paso de las radiaciones nocturnas (tiene una permeabilidad del 18% a las radiaciones longitud de onda larga en grosores de 800 galgas). Esto permite a los invernaderos cubiertos con este material que se anule casi en su totalidad la inversión térmica y que las temperaturas mínimas absolutas sean de unos 2 ó 3 °C más elevadas a las registradas en cubiertas de PE normal. Tiene un gran poder de difusión de la luz, que en algunas marcas comerciales puede llegar al 55% de la radiación luminosa que atraviesa la lámina de plástico. Como propiedades más comunes son optimización térmica, estabilidad frente a las radiaciones UV, mejora de las propiedades mecánicas, antimoho, antipolvo. Su duración se estima en 2 años, aproximadamente.

Existen opciones de polietileno en diferentes colores, que permite reducir la radiación solar que incide en el interior de los mismos.

### - **Alternativa 3. Copolímero etil-acetato de vinilo (EVA)**

El copolímero etil-acetato de vinilo (EVA) está formado por etileno y acetato de vinilo (AV). La proporción usual en AV para agricultura oscila entre el 6 % y el 18 %. Un mayor contenido en AV aumenta su opacidad al IR pero disminuye su resistencia mecánica. Esta formulación mejora las propiedades físicas del polietileno.

Su transparencia a la luz visible cuando el material es nuevo es más alta que la del polietileno térmico, aunque resulta más caro. Su vida útil aproximada es de 1 o 2 años.

Los problemas más importantes que presentan son su excesiva plasticidad (cuando se estiran no se recuperan) y gran adherencia al polvo, lo que puede provocar reducciones de hasta un 15 % en transmisividad a la radiación solar.

**- Alternativa 4. Policarbonato (PC)**

El policarbonato (PC) es un polímero termoplástico con buena resistencia al impacto y de menor peso que el vidrio. Se suelen presentar en planchas con grosor de 4 a 16 mm y protegida, por la parte que se expone al exterior, por una película que protege de los rayos UV al resto del material para evitar su degradación.

La transformación a la luz de la gama de radiaciones visibles e infrarrojos cortos es del 76-83% y tiene una opacidad total a las radiaciones de longitud de onda larga. Tiene una gran resistencia al impacto (granizo, piedras, etc) y se estima su duración hasta en 10 años.

**- Resumen de características de los materiales propuestos**

**Tabla 12: Características de los diferentes tipos de plásticos de cubierta (Fte: Novagric, 2019)**

	Transp. Luz (%)	Transp. IR (%)	Transm. Calor (W/m <sup>2</sup> °C)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Tracción (kg/mm <sup>2</sup> )
<b>PEBD</b>	90	62-65	8-9	0,91-0,93	1,2-1,4
<b>PEAD</b>	90	62-65	8-9	0,96	1,8
<b>EVA</b>	90	11	6-7	0,92-0,93	1,5-2,0
<b>PVC</b>	90	20-30	7-8	1,16-1,5	1,5-4,5
<b>PC</b>	75-83	0	4-4,8	1,2	-

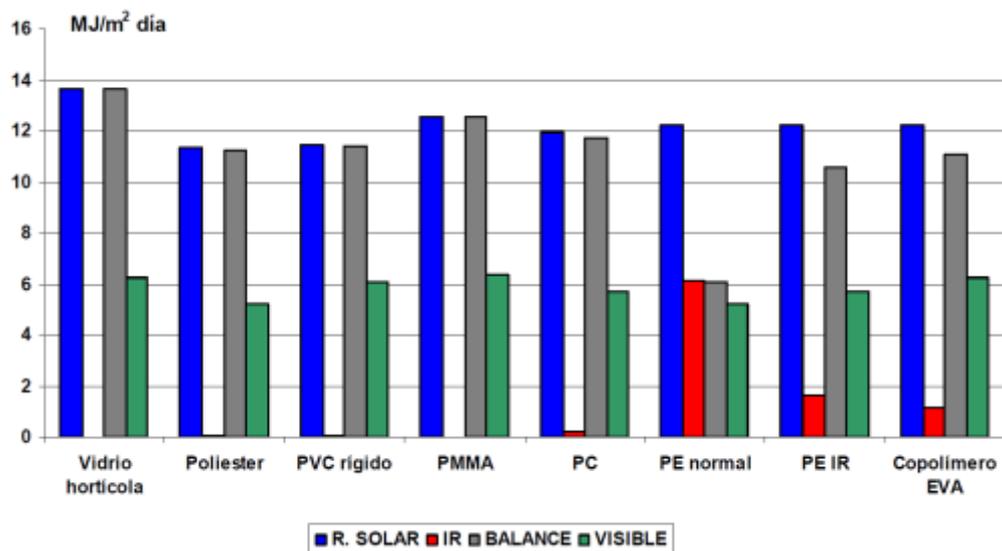


Gráfico 2: Comportamiento frente a la radiación de diferentes plásticos

#### 7.4. Alternativa adoptada

El material seleccionado ha sido el polietileno térmico de larga duración, al alcanzar una puntuación más alta en la matriz multicriterio, ya que reúne un mayor número de características.

Es un material barato y relativamente resistente, con una vida útil de aproximadamente 2-3 años. Los aditivos que contiene le permiten mantener la temperatura interior cuando en el exterior sea muy baja. Además, es el único material encontrado en el mercado que permite la opción de coloración, lo que reduce la radiación incidente.

**Tabla 13: Matriz multicriterio para elección de alternativa de material de cubierta, siendo 1 = malo; 2 = normal; 3 = bueno**

CRITERIOS	TÉCNICOS			ECONÓMICOS			$\Sigma$
	P. térmica	P. lumínica	Instalación	Coste	Mantenimiento	Duración	
A.1	3	1	3	3	1	2	13
A.2	2	3	3	3	2	2	15
A.3	2	1	3	2	2	2	12
A.4	3	1	1	1	2	3	11

## 8. CONCLUSIONES

Se han estudiado una amplia variedad de posibles alternativas referentes al proceso productivo, pertenecientes a diferentes campos, como son la ubicación, la tecnología de tratamiento a emplear o el tipo de estructurante. Además, se han comparado las posibles opciones para construir una cubierta para el proceso de vermicompostaje.

Se han empleado matrices multicriterio para comparar las alternativas propuestas a partir de unos criterios determinados, que valoran la aptitud de cada una de ellas ante las exigencias del proyecto.

Finalmente, la alternativa seleccionada ha sido la de un compostaje mediante pilas volteadas, con una división de su producción para maduración y obtención de compost y otra parte para vermicompostaje. Ofrece una mayor variedad de productos ofrecidos y flexibilidad ante las exigencias del mercado.

Se empleará como material estructurante paja, por su ser de más fácil acceso que el resto de materiales propuestos y asegurar su suministro.

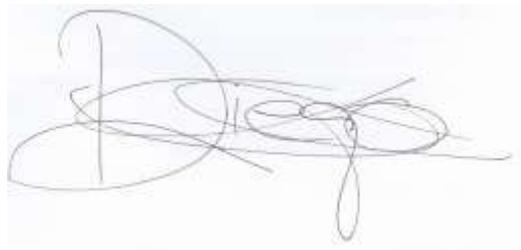
La ubicación seleccionada ha sido una parcela anexa a la propia explotación, ya que, aunque supone una mayor inversión inicial, la rentabilidad y flexibilidad de diseño que ofrece es mucho mayor que la otra opción.

Por ello, el proceso productivo a diseñar, se llevará a cabo siguiendo los anteriores parámetros descritos.

La estructura seleccionada para la construcción de la cubierta ha sido el invernadero. Serán necesarios 8, que se situarán de forma paralela 4 frente a otros 4, separados por un pasillo de 4 metros, que permitirá el acceso de la maquinaria.

El material elegido para la cubierta ha sido el polietileno térmico de alta duración con una coloración verde, que permita reducir la radiación visible incidente, a la vez que sus características térmicas permiten evitar la inversión térmica y elevar la temperatura exterior hasta 3°C respecto al exterior.

Palencia, a 14 de Julio de 2020



---

Fdo: Diego Conde Cid

Alumno del Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

**MEMORIA**

**ANEXO IV: INGENIERÍA DEL  
PROCESO**



## ÍNDICE ANEJO IV

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. BENEFICIOS E INCONVENIENTES DEL COMPOSTAJE</b>	<b>2</b>
<b>3. PARÁMETROS DE CONTROL DEL COMPOSTAJE</b>	<b>4</b>
<b>4. SISTEMAS DE COMPOSTAJE</b>	<b>12</b>
4.1. Sistemas abiertos	12
4.2. Sistemas semicerrados	14
4.3. Sistemas cerrados	15
<b>5. OPERACIONES DEL COMPOSTAJE</b>	<b>17</b>
5.1. Pretratamiento	18
5.2. Fase activa	19
5.3. Fase de maduración	22
5.4. Postratamiento	23
5.5. Almacenamiento	24
5.6. Distribución y comercialización	24
<b>6. BENEFICIOS E INCONVENIENTES DEL VERMICOMPOSTAJE</b>	<b>24</b>
<b>7. PARÁMETROS DE CONTROL DEL VERMICOMPOSTAJE</b>	<b>26</b>

---

7.1. Organismos implicados _____	26
7.2. Parámetros de control en el proceso _____	30
<b>8. SISTEMAS DE VERMICOMPOSTAJE _____</b>	<b>33</b>
<b>9. OPERACIONES DEL VERMICOMPOSTAJE _____</b>	<b>36</b>
9.1. Pretratamiento _____	36
9.2. Prueba P50L _____	37
9.3. Vermicompostaje _____	37
9.4. Maduración _____	40
9.5. Postratamiento _____	40
9.6. Cría de lombrices _____	41
<b>10. MATERIAS PRIMAS _____</b>	<b>41</b>
10.1. Características de las materias primas _____	41
10.2. Cálculo de mezcla _____	42
<b>11. EVALUACIÓN DE LA MADUREZ _____</b>	<b>45</b>
11.1. Madurez física _____	47
11.2. Madurez química _____	49
11.3. Madurez biológica _____	50
<b>12. PROCESO PRODUCTIVO _____</b>	<b>52</b>
12.1. Pretratamiento _____	53
12.2. Fermentación _____	54
12.3. Maduración _____	58

---

12.4. Vermicompostaje _____	60
12.5. Post-tratamiento _____	64
12.6. Almacenamiento _____	66
12.7. Recogida de lixiviados _____	66
12.8. Consideraciones generales _____	67
<b>13. INSTALACIONES NECESARIAS _____</b>	<b>68</b>
13.1. Instalaciones generales _____	68
13.2. Instalaciones anexas _____	69
13.3. Equipos _____	70
<b>14. TIEMPOS DE OPERACIÓN _____</b>	<b>76</b>
14.1. Tiempo necesario por tareas _____	76
14.2. Orden de tareas _____	82
<b>15. PRODUCTOS OBTENIDOS _____</b>	<b>82</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Condiciones ideales para el proceso de compostaje (Negro, M.J. et al, 2001)</i>	11
<i>Tabla 2: Cuadro resumen de clasificación de sistemas de compostaje</i>	17
<i>Tabla 3: Temperaturas necesarias para eliminación de algunos patógenos (FAO, 2013)</i>	20
<i>Tabla 4: Recomendaciones de control de parámetros durante fase activa (REC, 2015)</i>	22
<i>Tabla 5: Recomendaciones de control de parámetros durante la fase activa del vermicompostaje (REC, 2015)</i>	39
<i>Tabla 6: Características de las materias primas (Soto-Herranz, 2017)</i>	43
<i>Tabla 7: Cálculo de mezcla a compostar semanalmente</i>	44
<i>Tabla 8: Requisitos mínimos de productos para ser considerados compost o vermicompost (RD 999/2017)</i>	46
<i>Tabla 9: Límites de concentración de metales pesados (mg/kg) (RD 999/2017)</i>	46
<i>Tabla 10: Clasificación de la estabilidad según el Test de autocalentamiento (MIMAM, 2005)</i>	48
<i>Tabla 11: Cuadro resumen de métodos para determinar la madurez</i>	51
<i>Tabla 12: Características de las pilas de fermentación</i>	55
<i>Tabla 13: Control de parámetros y frecuencia durante la fase activa</i>	57
<i>Tabla 14: Características de las pilas de maduración</i>	59
<i>Tabla 15: Control de parámetros y frecuencia durante la fase de maduración</i>	60
<i>Tabla 16: Control de parámetros y frecuencia durante la fase de vermicompostaje</i>	63
<i>Tabla 17: Características de equipos de la explotación</i>	76
<i>Tabla 18: Tiempos de actividad</i>	80

Tabla 19: Producciones estimadas anualmente \_\_\_\_\_ 83

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<i>Imagen 1: Curva teórica de las necesidades de oxígeno durante el compostaje (Negro, M.J. et al, 2001)</i> _____	6
<i>Imagen 2: Evolución de la temperatura (-), pH (--) y principales comunidades de microorganismos a lo largo del compostaje (CTA, 2000)</i> _____	8
<i>Imagen 3: Influencia de la temperatura y del tiempo de exposición en la destrucción de gérmenes (Cuadros, S., 2008)</i> _____	21
<i>Imagen 4: Ciclo de vida de lombrices (Domínguez, J., 2011)</i> _____	27
<i>Imagen 5: Comparativa entre E. fetida (derecha) y E. andrei (izquierda) (Harrison, J., 2010)</i> _____	29
<i>Imagen 6: Literas de vermicompostaje (SERVIFAPA, 2013)</i> _____	34
<i>Imagen 7: Lecho de flujo continuo (ISON21, 2018)</i> _____	35
<i>Imagen 8: Etapas del proceso de vermicompostaje (REC, 2015)</i> _____	36
<i>Imagen 9: Literas de madera (izquierda) y mampostería (derecha). Fte: Sánchez Bandera, 2017.</i> _____	38
<i>Imagen 10: Diagrama de flujo del proceso productivo</i> _____	53
<i>Imagen 11: Dimensiones de la pila de fermentación</i> _____	55
<i>Imagen 12: Avance de las pilas de fermentación mediante la volteadora</i> ____	57
<i>Imagen 13: Dimensiones de la litera de vermicompostaje</i> _____	61
<i>Imagen 14: Disposición general de la planta de compostaje</i> _____	69
<i>Imagen 15: Tractor frutero</i> _____	71
<i>Imagen 16: Cazo sobre-elevado</i> _____	71
<i>Imagen 17: Horquilla mecánica para balas rectangulares</i> _____	72
<i>Imagen 18: Mezcladora de paja</i> _____	73

<i>Imagen 19: Volteadora de compost</i>	73
<i>Imagen 20: Criba tromel</i>	74
<i>Imagen 21: Ensacadora</i>	74
<i>Imagen 22: Tolva ensacadora</i>	75

## 1. INTRODUCCIÓN

El proceso de compostaje es un proceso natural de descomposición en condiciones aerobias. En este proceso, un conjunto de poblaciones microbianas formadas por bacterias, hongos y otros microorganismos, se suceden transformando los sustratos contenidos inicialmente en CO<sub>2</sub>, agua, energía en forma de calor y compuestos complejos metaestables, principalmente sustancias húmicas, para dar un producto final denominado compost. Por tanto, el compostaje no puede considerarse como un único proceso, sino que es un conjunto de procesos metabólicos complejos procedentes de la actividad integrada de un conjunto de microorganismos.

Según el *Real Decreto 506/2013* que regula los productos fertilizantes, el compostaje es un “*proceso controlado de transformación biológica aeróbica y termófila de materiales orgánicos biodegradables que da lugar a los tipos de abonos o enmiendas orgánicos, cuyas características se detallan en los grupos 2 y 6 del anexo I*”.

Empleando el *Real Decreto 999/2017* que modifica al anterior RD 506/2013, el compost lo define como “*Producto higienizado y estabilizado, obtenido mediante descomposición biológica aeróbica (incluyendo fase termofílica), bajo condiciones controladas, de materiales orgánicos biodegradables del Anexo IV, recogidos separadamente*”

El compostaje de residuos, ya sean agrarios, urbanos o industriales, tiene como objetivo la valorización del residuo, y, por tanto, la gestión del mismo. Pero al satisfacer este objetivo se debe también asegurar la calidad del compost obtenido para que pueda ser utilizado agrónomicamente. Así, el destino final del compost limitara las materias a utilizar en el compostaje.

El compostaje es un proceso dirigido y controlado por el ser humano, que debe de reunir una serie de requisitos que lo diferenciarán del proceso espontáneo que ocurre de forma natural. Estos son:

- Rápido
- Bajo consumo de energía
- Garantizar una calidad e higiene del producto final

Por su parte, el vermicompostaje es un proceso biotecnológico de bajo coste que permite degradar y estabilizar residuos orgánicos bajo condiciones aerobias y mesófilas mediante la acción de ciertas especies de lombrices de tierra capaces de alimentarse del residuo a la vez que aceleran su degradación microbiana. Así, en este proceso se aprovecha la capacidad detritívora de las lombrices, que ingieren, trituran y digieren el residuo orgánico, descomponiéndolo mediante la acción de sus enzimas digestivas y de la microflora aeróbica y anaeróbica presente en el interior de su intestino. De ello se obtiene el vermicompost o humus de lombriz. Se diferencia de la lombricultura en que

en esta segunda lo que se prioriza es maximizar la producción de biomasa de lombrices, sin importar la estabilización del residuo.

El vermicompost y, ajustándose a la definición del ya citado RD 999/2017, es un *“producto estabilizado, obtenido a partir de materiales orgánicos, por digestión con lombrices bajo condiciones controladas”* y que, al igual que el compost, tiene una serie de requisitos para ser comercializado como tal. Aunque en la legislación solo se especifica la actividad de las lombrices en la producción del vermicompost, este es un producto que resulta de las transformaciones bioquímicas de la materia orgánica llevadas a cabo tanto por la acción de las lombrices como de la comunidad microbiana asociada a estas.

Así como se indicaba en el Anexo I “Antecedentes”, el compostaje es una práctica tan antigua como la agricultura, aunque el proceso moderno se inicia en los años 20 con Sir Albert Howard. Las primeras referencias del vermicompostaje aparecen en los años 30, considerándose al monje benedictino Augustus Hessing, como el pionero. Se llevaron a cabo experiencias de cría intensiva de lombrices a lo largo del siglo, pero no es hasta los años 70 en EEUU, cuando Clive A. Edwards, E. Neuhaser y R. Hartenstein asentaron las bases científicas y técnicas de desarrollo de estos sistemas.

## **2. BENEFICIOS E INCONVENIENTES DEL COMPOSTAJE**

### **A. Beneficios**

- Tecnología de bajo coste y bajo consumo energético
- Mejora del manejo y almacenamiento de los residuos: al reducirse su peso, volumen, humedad y actividad y facilitando su aplicación al suelo
- Estabilización de los residuos: se obtienen formas más estables de los elementos
- Higienización del residuo: se eliminan patógenos y semillas de malas hierbas durante la fase termófila
- Disminución de riesgos de contaminación: al transformarse en formas más estables y disminuyendo sus pérdidas, reduciéndose las emisiones de gases de efecto invernadero (metano) y de lluvia ácida (amoníaco)
- Reducción del coste de gestión del residuo
- Reducción de emisiones de GEI: por reducción de necesidades de transporte y al impedir la fermentación incontrolada del residuo.

- Valorización del residuo y cierre del ciclo de la materia orgánica
- Posibilidad de introducir el residuo en nuevos mercados
- Permite adecuar la producción de residuos, que es continua en el tiempo, con las necesidades de aplicación al suelo, que son puntuales y localizadas.
- Abono de liberación lenta, con altos contenidos en materia orgánica humificada y macro y micronutrientes
- Acondicionador del suelo: aumenta el poder tampón, mejora la estructura, aporta permeabilidad hídrica, porosidad y estabilidad estructural, reduciendo la erosión.
- Favorece la utilización de fertilizantes químicos por las plantas. Al aumentar el contenido en materia orgánica del suelo y evitando la lixiviación de las formas más lábiles de los nutrientes
- Efecto fitoestimulador y supresor: favorece la respiración radicular y activa la rizogénesis, mejora la germinación de semillas y regula la actividad microbiana.
- Favorece el desarrollo de la comunidad de mesofauna edáfica, con los beneficios derivados de su actividad

## **B. Inconvenientes**

- Supone una inversión inicial
- Necesidad de terreno disponible para el proceso
- Influencia de la climatología en el proceso
- Riesgo de contaminación atmosférica y de las aguas residuales
- Menor valor fertilizante por unidad de masa que los fertilizantes inorgánicos
- Necesidad de formación de los empleados
- Producto de mala calidad si no se gestiona adecuadamente el proceso
- Efectos adversos en suelo y/o plantas por la aplicación de compost inmaduro (inmovilización de nitrógeno asimilable del suelo, disminución del oxígeno del suelo, liberación de sustancias fitotóxicas, etc.)

### 3. PARÁMETROS DE CONTROL DEL COMPOSTAJE

Como ya se ha indicado, el compostaje es un proceso biooxidativo en condiciones aerobias, llevado a cabo por un conjunto de poblaciones de microorganismos, que degradan la materia orgánica y la transforman en formas más estables. La diferencia entre el compostaje y el proceso natural de descomposición de la materia orgánica es que este es dirigido por el ser humano. Por ello, se deben conocer cuáles son los factores que controlan este proceso con el fin de poder garantizar las mejores condiciones a estos microorganismos para optimizar la operación de compostaje.

Las variables que dirigen del compostaje son:

#### A. Temperatura

La temperatura de la masa en el proceso de compostaje se produce como consecuencia de la degradación aerobia de la materia orgánica y varía en función de la actividad metabólica microbiana, siendo el balance energético el calor generado en el proceso y las pérdidas de calor. Las pérdidas de calor se producen principalmente por evaporación del agua contenida en el residuo, además de en forma de radiación, siendo esta última mucho menor.

Puede emplearse como medida de la evolución del proceso. Empleando la temperatura como parámetro diferenciador, puede dividirse el proceso en 4 etapas: mesófila, termófila, enfriamiento y maduración (ver Imagen 2).

Aunque inicialmente, los residuos se encuentran a temperatura ambiente, rápidamente los microorganismos crecen y la temperatura sube considerablemente, alcanzándose a los pocos días los 40°C (fase mesófila). La temperatura sigue subiendo hasta alcanzar valores comprendidos entre 60-70° C (fase termófila). Esto provoca que la mayor parte de los microorganismos iniciales mueran y sean reemplazados por otros resistentes a esa temperatura. A partir de los 60° C, los hongos termófilos cesan su actividad y la reacción se lleva a cabo por las bacterias formadoras de esporas y actinomicetos. En esta fase la generación de calor se iguala a la velocidad de pérdida de calor en la superficie de las pilas, esto marca el final de la fase termófila. Por último, se produce una nueva fase mesófila o de enfriamiento y una fase final de maduración en la que la temperatura se iguala a la del medio ambiente

Este parámetro debe controlarse, ya que temperaturas bajas suponen una lenta transformación de los residuos o la existencia de condiciones anóxicas, prolongando los tiempos de retención, generando productos reducidos (que conlleva malos olores) y no garantizan una adecuada higienización del producto final. Por su parte, las temperaturas excesivas conllevan la pasteurización del material, eliminándose la mayoría de los microorganismos.

Por la evolución de la temperatura se puede juzgar la eficiencia y el grado de estabilización a que ha llegado el proceso, ya que existe una relación directa entre la temperatura y la magnitud de la degradación de la materia orgánica.

## **B. Humedad**

Los microorganismos necesitan el agua como vehículo para transportar nutrientes y gases a través de la membrana celular y, por tanto, para el desarrollo de sus necesidades fisiológicas.

Si la humedad disminuye demasiado, se reduce la actividad microbiana con lo cual el producto obtenido será biológicamente inestable. Si la humedad es demasiado alta, el agua saturará los poros e interferirá con la distribución del aire a través del compost, generando ambientes anóxicos.

La humedad óptima para el crecimiento microbiano está entre el 50-60%; la actividad biológica decrece mucho cuando la humedad está por debajo del 30%; por encima del 70% el agua desplaza al aire en los espacios libres existentes entre las partículas, reduciendo la transferencia de oxígeno y produciéndose una anaerobiosis. La falta de humedad afecta de forma más acusada a las comunidades bacterianas que a las fúngicas.

La humedad de la masa debe ser tal que el agua no llegue a ocupar totalmente los poros de dicha masa y permita la circulación tanto del oxígeno como de otros gases producidos en la reacción.

El exceso de humedad puede ser reducido con una mayor aireación o volteo de la masa y la deficiencia con riegos.

## **C. Aireación**

El compostaje es un proceso aerobio en el que las moléculas son oxidadas y que, por tanto, se lleva a cabo en presencia de oxígeno. La respiración está influenciada por la capacidad de disolución de oxígeno gaseoso en la fase acuosa, que es en la que los microorganismos pueden asimilarlo.

La aireación cumple un doble objetivo: aportar oxígeno para los microorganismos y permitir la evacuación del CO<sub>2</sub> producido. Las necesidades de oxígeno varían a lo largo del proceso, siendo máximas en la etapa termófila. Por ello, este factor debe adaptarse a las necesidades del proceso. Como se puede ver en la Imagen 1, en la zona 1, la etapa de máxima degradación aerobia, las necesidades de oxígeno son máximas. En las zonas 2 y 3, la degradación disminuye, siendo las necesidades medias

y baja respectivamente. En la etapa de maduración no son necesarias las aportaciones de oxígeno, llegando a ser incluso contraproducentes, al consumir y mineralizar de forma rápida y excesiva los ácidos húmicos formados.

Los volteos periódicos o un sistema de aireación forzada favorecen condiciones de buena aireación. Un exceso de ventilación puede producir una evaporación y reducción de la temperatura, que inhibiría la actividad microbiana, además de elevar los gastos de producción. La aireación puede suponer un 30-45% de los costes totales de una explotación, siendo, por tanto, uno de los parámetros más importantes.

La medida de la concentración de oxígeno requiere equipos costosos, pero puede llevarse a cabo de manera indirecta mediante las medidas de temperatura y humedad.

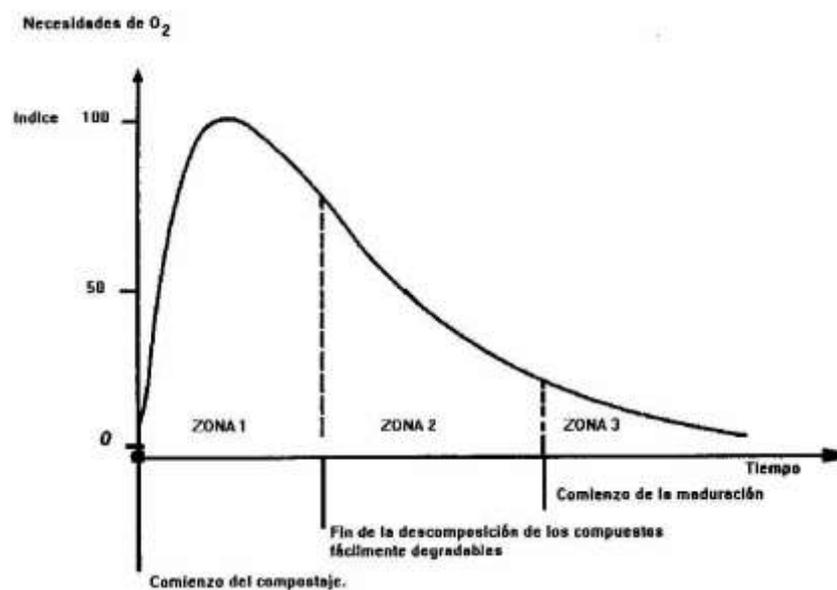


Imagen 1: Curva teórica de las necesidades de oxígeno durante el compostaje (Negro, M.J. et al, 2001)

#### **D. Relación C/N**

Es un factor determinante en la correcta evolución del proceso y en la calidad del producto final. Entre los nutrientes más importantes para los microorganismos se encuentra el carbono (C), el nitrógeno (N) y el fósforo (P), que son fundamentales para su crecimiento y la síntesis celular. Es este alto consumo de los mismos lo que hace que puedan actuar como limitantes del desarrollo de los microorganismos y, por tanto, del proceso de compostaje.

La cantidad de carbono incorporado por las células en crecimiento por unidad de C degradado se encuentra alrededor del 30%, aunque puede variar dependiendo del contenido energético del sustrato, el microorganismo y las condiciones ambientales. Si se asume que el contenido medio de C/N de las células microbianas es de 10, la relación C/N teórica óptima para que el sustrato soporte el crecimiento de los microorganismos sin pérdidas de nitrógeno es de 30.

Si es superior a 35, la escasez de nitrógeno reducirá la velocidad de degradación y el proceso de fermentación se alarga considerablemente hasta que el exceso de carbono es oxidado y la relación C/N desciende a valores adecuados para el metabolismo. Si es inferior a 25 se producen pérdidas considerables de nitrógeno en forma de amoníaco que, además de ser un contaminante atmosférico, reducirá el pH del compost, con los problemas asociados que conlleva.

Debe tenerse en cuenta también la naturaleza de los materiales y la forma en que se encuentran el carbono y el nitrógeno. Si su presencia es en formas difícilmente biodegradables su disponibilidad no será tan rápida.

A medida que avanza el desarrollo esta relación disminuye, hasta alcanzar un valor final óptimo próximo a 15.

#### **E. pH**

El pH tiene una influencia directa en el compostaje debido a su acción sobre la dinámica de los procesos microbianos y la composición química de los compuestos. Durante el proceso de compostaje se producen diferentes fenómenos o procesos que hacen variar este parámetro.

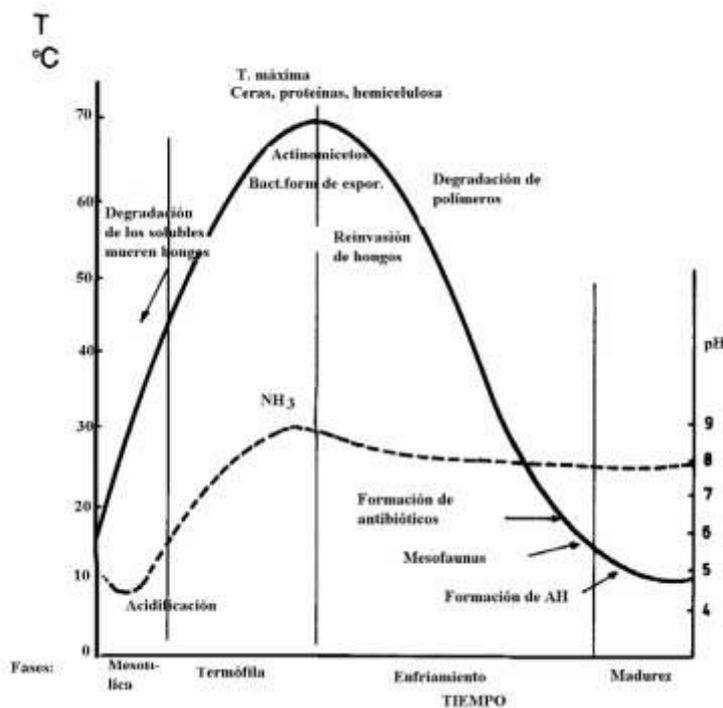
Como se puede ver en la Imagen 2, al principio, y como consecuencia del metabolismo fundamentalmente bacteriano que transforma los complejos carbonados fácilmente degradables en ácidos orgánicos, el pH desciende. En una segunda fase se produce una progresiva alcalinización del medio, como consecuencia de la formación de amoníaco por la descomposición de las proteínas y la pérdida de ácidos orgánicos, alcanzando el valor más alto, alrededor de 8,5, coincidiendo con el máximo de actividad de la fase termófila. Finalmente, el pH disminuye hasta la neutralidad, en la fase final o

de maduración (pH entre 7 y 8) debido a las propiedades naturales tampón de la materia orgánica y de los ácidos húmicos formados.

La influencia del pH en las comunidades de microorganismos es muy importante. Cada grupo microbiano presenta un rango de pH en el que se desarrolla óptimamente. Las bacterias tienen preferencia por pH 6-7,5, mientras que los hongos lo hacen entre valores de 5-8. Por ello, el pH de las materias primas determinará estas comunidades.

Además, como se ha indicado anteriormente, el pH influye en la composición química de los sólidos, favoreciendo o impidiendo su presencia. Con pH muy altos se favorece la liberación de nitrógeno en forma de amoníaco, que es tóxico para los microorganismos y reduce la cantidad de nitrógeno disponible para los mismos. Por el contrario, pH muy ácidos favorecen la solubilización de metales pesados, afectando de forma negativa a los microorganismos.

El pH también puede emplearse como medida indirecta para el seguimiento y control del proceso. Si se producen condiciones de anaerobiosis, se liberan ácidos orgánicos, descendiendo el pH como consecuencia de ello. Con una aireación adecuada, el pH del compost se estabiliza en valores de 7-8.



**Imagen 2: Evolución de la temperatura (-), pH (--) y principales comunidades de microorganismos a lo largo del compostaje (CTA, 2000)**

## F. Nutrientes

Los nutrientes son necesarios para los microorganismos. El carbono es empleado como fuente de energía y para formar las estructuras de su organismo. El nitrógeno es la base para la síntesis de proteínas. También son necesarios otros elementos para estos, en menores proporciones, como fósforo (P), azufre (S), calcio (Ca), etc. Como se ha indicado anteriormente, dos tercios del carbono se eliminan en forma de dióxido de carbono y el otro tercio se incorpora al propio microorganismo.

Los microorganismos solo pueden aprovechar compuestos simples, por lo que las moléculas más complejas se rompen en otras más sencillas para poder ser asimiladas. Las formas de carbono más fácilmente atacables por estos son los azúcares y las materias grasas. El nitrógeno se encuentra en casi su totalidad en forma orgánica, de donde debe ser extraído o modificado por los microorganismos para poder ser aprovechado

Por ello, en las primeras fases del compostaje se aprovechan aquellos materiales de más fácil acceso, como moléculas monoméricas (azúcares o aminoácidos), para después atacar aquellos con menor biodegradabilidad, como proteínas, lípidos, celulosa o lignina. La biodegradabilidad de los materiales que forman la masa pueden determinar la calidad y duración de un compostaje.

## G. Microorganismos

La mayoría de los microorganismos que realizan el proceso de compostaje son quimioheterótrofos, es decir, que utilizan sustratos orgánicos como fuente de carbono y de energía, en presencia de oxígeno. La naturaleza y número de microorganismos depende del material inicial. Esta flora va variando a lo largo del proceso, en función de las características del entorno, como son la temperatura, principalmente, pero también el pH o el sustrato. A su vez, la actividad metabólica de esta microbiota va a influir en las características del medio. El tipo predominante de microorganismo en cada fase depende de su eficacia competitiva y de su capacidad de supervivencia frente a las condiciones imperantes.

Al inicio del proceso se produce la colonización por parte de los microorganismos que son capaces de alimentarse de los nutrientes disponibles y en las formas aprovechables. Estos serán principalmente bacterias mesófilas (*Pseudomonas*), pues presentan ventajas competitivas frente a los hongos, al ser capaces de utilizar una amplia gama de enzimas para degradar químicamente una gran variedad de compuestos orgánicos y tener un ciclo de reproducción y desarrollo más corto. Tienen mayor capacidad de adaptación a los cambios que se suceden rápidamente en la disponibilidad de sustrato y a otros factores como la humedad y temperatura. Las

comunidades bacterianas suponen hasta el 90% de los microorganismos existentes en el compost, siendo, por tanto, las responsables de la mayor parte de la descomposición inicial y la generación de calor durante el proceso de compostaje. Existen, además, pero en menor número, comunidades de hongos mesófilos (levaduras y mohos). En esta fase mesófila se produce la degradación de los materiales más lábiles (los lípidos y glúcidos se descomponen en ácidos orgánicos y las proteínas en aminoácidos), lo que genera una gran actividad metabólica y, como consecuencia, un gran aumento de la temperatura.

Cuando la temperatura sube por encima de los 50°C, durante la fase termófila, las bacterias termófilas (*Bacillus*) sustituyen a las mesófilas, que son eliminadas. Durante esta fase, si la humedad desciende, pueden aparecer hongos termófilos (*Aspergillus*, *Mucor*). Por encima de valores superiores a 70°C se produce la muerte de la mayoría de las bacterias pudiendo permanecer en el sustrato los hongos en forma esporulada y especies de bacterias (*Thermus*) y microorganismos del reino *Archaea*. Durante esta fase se produce la degradación de las sustancias más resistentes, como la lignocelulosa.

Alcanzada la etapa de enfriamiento y maduración del compost, los hongos y bacterias mesófilas (*Actinomicetos*) recolonizan la masa. Estos microorganismos juegan una función esencial para la estabilización del compost: la degradación de los compuestos más complejos y la mineralización de compuestos orgánicos. La mayoría de los microorganismos presentes en esta fase e implicados en el ciclo del carbono, poseen actividad proteolítica, amonificante, amilolítica y celulolítica. Asimismo, se han descrito especies fijadoras libres de nitrógeno, denitrificadoras, y sulfato-reductoras.

Respecto a la degradación de materiales, los hongos son, en general, más importantes para la degradación de la celulosa, hemicelulosa o lignina que las bacterias. Por ello, son predominantes en la etapa de maduración, fase en la que solo quedan estos sustratos como fuente de alimento.

## **H. Tamaño de partícula**

La descomposición de la materia orgánica por parte de los microorganismos tiene lugar preferentemente sobre la superficie de las partículas sólidas en donde la difusión de oxígeno es adecuada para el metabolismo aerobio.

Cuanto menor sea el tamaño de la partícula, mayor será la superficie expuesta al ataque microbiano y más rápida y completa será la acción. Por eso, interesan partículas con gran relación volumen/superficie, que aceleran el proceso de degradación. Además, tamaños pequeños facilitan la homogeneización y mezclado de los materiales.

Pero un tamaño excesivamente pequeño reduce el espacio entre partículas, es decir la porosidad, compactando el material e impidiendo la difusión del aire en el interior de la masa. Esto genera la aparición de zonas anaerobias. Tamaños de partícula de 50 mm permiten ofrecer una gran superficie de contacto sin comprometer la aireación de la masa.

## I. Resumen

Como conclusión a todo lo anteriormente expuesto, las condiciones ideales para un compostaje en condiciones óptimas se resumen en la siguiente tabla:

**Tabla 1: Condiciones ideales para el proceso de compostaje (Negro, M.J. et al, 2001)**

PARÁMETRO	VALOR
C/N inicial	25-35
C/P inicial	75-150
Tamaño de partícula	12,5-50 mm
Humedad	50-60%
Temperatura	55°C
Aireación	10-18% O <sub>2</sub>
pH	6-7,5

## 4. SISTEMAS DE COMPOSTAJE

Los sistemas de compostaje tienen como finalidad facilitar el control y la optimización de los parámetros operacionales, para obtener un producto final con la suficiente calidad, tanto desde el punto de vista sanitario como de su valor fertilizante. La reducción del tiempo del proceso, la disminución de los requisitos de espacio y energía y la seguridad higiénica de la planta de tratamiento son también factores decisivos para el diseño de estos sistemas de compostaje.

### 4.1. Sistemas abiertos

Son sistemas de coste reducido y poco tecnificados, aplicables a pequeña o mediana escala y con disponibilidad de terreno. Son los sistemas tradicionales de compostaje.

Las características meteorológicas pueden ser determinantes para el desarrollo del proceso, limitándose mucho la influencia con cubiertas sencillas. En casos de querer reducir costes, puede cubrirse solo la zona de maduración, para evitar re-humectaciones.

La mezcla de materiales a compostar se coloca en hileras o pilas de sección triangular o trapezoidal, minimizando de este modo el espacio requerido para el proceso. La altura de las pilas dependerá principalmente del sistema de aireación y de la estabilidad de materiales que lo forman.

- **Compostaje en pilas dinámicas con aireación natural**

Es el sistema de compostaje más antiguo que se conoce. Se realiza en pilas, de altura reducida, que no se mueven durante todo el proceso. La ventilación es a través de los espacios de la masa a compostar. Esto limita las dimensiones de los montones, que no pueden ser excesivamente grandes, ya que compactaría el residuo, impidiendo la transferencia de aire.

- **Compostaje en pilas estáticas con ventilación forzada.**

Es un sistema más sofisticado, desarrollado en EEUU en los años `70. La pila de fermentación es estática y para garantizar la ventilación de la masa se instala un sistema mecánico de ventilación por tuberías perforadas o por un canal empotrado en la solera. Las tuberías se conectan con un ventilador que asegura la entrada de oxígeno y la salida de CO<sub>2</sub>. Esta ventilación puede

hacerse por succión o inyección de aire o bien, mediante sistemas alternantes de succión e inyección.

Con el sistema de succión, o *método Beltsville*, un succionador garantiza un flujo de aire con el que alcanzar una concentración de oxígeno del 15%. Con el fin de reducir los problemas de olores, el aire se pasa a través de una pila de compost maduro que actúa como filtro.

Con el *método Rutgers* el aire es introducido (insuflación) a la masa por sobrepresión. Este sistema tiene una ventaja sobre el anterior y es que permite controlar la temperatura de la pila, impidiendo que alcance temperaturas excesivas. Además, también consigue reducir la humedad de la masa. Pero la aireación por presión positiva tiene el problema de crear canales preferenciales de circulación de aire, que tiene como consecuencia la formación de zonas de anaerobiosis.

Por este motivo, hay sistemas que incluyen una fase inicial de succión de aire, que permite controlar mejor el proceso y elevar la temperatura en pocos días, además de tratar los gases de salida. Después la corriente de aire se invierte y se introduce en la masa, junto con un control de temperatura y se continúa el proceso.

Las pilas están formadas por una base de material muy poroso, que permite la circulación de aire del sistema de ventilación, sobre el que se asienta la masa a compostar. Esta se recubre de un compost maduro, que impida la entrada de plagas y retenga olores y agua. La altura de la pila está determinada por el equipo de aireación y las características de los materiales, con valores medios de 3-4 metros.

El material debe ser debidamente mezclado y homogeneizado previo a la formación de la pila, con una adecuada porosidad y estructura que garantice la difusión del aire en su interior. Por ello, se suelen emplear para materiales muy homogéneos, como lodos, mezclados con un estructurante, como paja o astillas.

Entre sus ventajas se encuentran que garantiza unos buenos controles del oxígeno y temperatura, permitiendo una rápida degradación de los residuos, con un uso más eficiente del espacio, y unas necesidades de personal reducidas. Sus desventajas se derivan principalmente del hecho de ser un sistema estático, no indicado para todo tipo de materiales y que necesita una adecuada preparación previa para evitar problemas de anaerobiosis y mal compostaje.

#### - **Compostaje en pilas con volteo**

Es uno de los sistemas más utilizados, debido a su sencillez. Fue creado por Sir Albert Howard (*método Indore*), el considerado como padre del compostaje moderno. A pesar de su popularidad, tiene una serie de limitaciones. Es un sistema en discontinuo, con oscilaciones en los niveles de humedad, temperatura y oxígeno. La pila es oxigenada tan sólo periódicamente. Requiere, en general, más espacio y tiempo que otros sistemas (4-8 semanas de fase activa) y el control higiénico es más difícil. Además, se producen mayores pérdidas de nitrógeno. Tampoco permite un control de los olores, especialmente durante las operaciones de volteo.

Por otra parte, permite más altura que en las pilas estáticas, de hasta 2,5 metros. La frecuencia del volteo depende del tipo de material, de la humedad y de la rapidez con que interesa que sea realizado el proceso. En la actualidad, las nuevas tendencias se orientan hacia los sistemas de compostaje por volteo forzado por medio de volteadoras con control automático.

Los volteos y riegos se realizan de forma periódica, determinados por la temperatura y humedad de la pila. Estos, permiten conseguir una mayor homogeneización de la mezcla y un menor tamaño de partícula, contribuyendo a una reducción del volumen. Se debe conseguir que todo el material pase por la zona central de la pila, donde las condiciones termófilas son más intensas, garantizando la higienización del producto.

## 4.2. Sistemas semicerrados

El conjunto de operaciones se lleva a cabo dentro de una nave cerrada, que dispone de un sistema de extracción de la atmosfera interior, que está viciada de los gases provenientes de la masa en fermentación. Este aire suele ser tratado con biofiltros.

Estos sistemas están concebidos para tratar mayores volúmenes de residuos que en los sistemas abiertos, además de permitir su instalación en zonas próximas a poblaciones. Se consigue un mayor control de las operaciones y como consecuencia, una mayor velocidad y eficiencia del proceso.

- **Compostaje en trincheras semi-cerradas**

El proceso de compostaje se desarrolla en unos canales o trincheras, en los que se coloca el residuo. Unos muros, separados entre sí unos 3-5 metros y con una altura de 2-3 metros y dispuestos longitudinalmente, mantienen el material en su interior. El número de calles depende de las necesidades de la planta, pero no suelen ser superiores a 16.

Por encima de estos muros, que están abiertos, se mueve una máquina volteadora, que remueve periódicamente el material y lo humedece (si es necesario) y lo hace avanzar unos metros. En estos sistemas se puede trabajar en lotes (discontinuo) o como un biorreactor (continuo) en el que el material va avanzando a medida que entran residuos nuevos.

El control de los parámetros operacionales es mayor y el tiempo de tratamiento es menor (4-7 semanas).

- **Compostaje en mesetas**

El material se dispone en mesetas o "*windrow*" y se mueve de forma lateral o longitudinal, empleando para ello un sistema mecánico de agitación-volteo, ya sean puentes-grúas, rotopalas u otros sistemas.

### **4.3. Sistemas cerrados**

El material a compostar no entra en contacto directo con el exterior, facilitándose el control, registro y optimización de los parámetros operacionales, además de la gestión de la contaminación.

Son los sistemas más industrializados y avanzados, empleados para tratar grandes cantidades de residuos en poco espacio, en tiempos más reducidos y con un mínimo impacto ambiental. Además, el control operacional permite obtener un material de características constantes. Suelen estar enfocados en el tratamiento de residuos urbanos, aunque no únicamente en ellos.

Las desventajas de estos sistemas es el mayor coste y la fuerte inversión inicial, no siendo rentable si el volumen de residuos es pequeño.

- **Túneles estáticos**

Están compuestos por contenedores de hormigón, completamente sellados, de unos 240-450 m<sup>3</sup> de volumen.

Están dotados de un sistema de aireación forzada, sondas de temperatura, humedad y oxígeno, recogida de gases y lixiviados y sistema de riego. Los sistemas de control y gestión están automatizados, lo que permite registrar en tiempo real su estado y actuar en función de unos parámetros prefijados y considerados como óptimos para el proceso.

En ellos se realiza la fase biooxidativa y se trabaja en discontinuo, con tiempos de residencia de 2-6 semanas.

- **Tambores rotatorios**

Se lleva a cabo en cilindros, dispuestos en horizontal, de 2-4 metros de diámetro y hasta 50 metros de longitud (aunque suelen ser mucho menores), que giran lentamente sobre su eje. Puede trabajar en continuo o en discontinuo. El giro, constante o intermitente, del sistema y la aireación forzada, permite la mezcla y homogeneización del residuo.

En ellos se realiza la fase más energética de descomposición, con duraciones aproximadas de 2-4 semanas.

Conocidos los sistemas más comunes de compostaje, se puede concluir que aquel que tiene mayor predominio es el sistema abierto en pilas dinámicas volteadas, también denominado "*windrows*", seguido del sistema cerrado bajo cubierta con compostaje en reactor o trinchera.

**Tabla 2: Cuadro resumen de clasificación de sistemas de compostaje**

<b>SISTEMAS ABIERTOS</b>		
PILAS ESTÁTICAS	Con aireación natural	
	Con aireación forzada	Por succión
		Por inyección
		Alternante
PILAS CON VOLTEO	Sin aireación forzada	
	Con aireación forzada	
<b>SISTEMAS CERRADOS</b>		
REACTORES VERTICALES	Continuos	
	Discontinuos	
REACTORES HORIZONTALES	Estáticos	
	Con rotación	

## 5. OPERACIONES DEL COMPOSTAJE

El proceso de compostaje requiere de una serie de operaciones mínimas, que deben llevarse a cabo para asegurar un óptimo desarrollo del tratamiento y obtener un producto con las características exigidas.

Además de las operaciones básicas, como son el pretratamiento, la fase activa, la fase de maduración, un postratamiento y el almacenamiento y distribución, hay otra serie de procesos que deben llevarse a cabo, de forma paralela a las anteriores o intercaladas entre las mismas, con el fin de asegurar un correcto funcionamiento. Estos son los muestreos y análisis de muestras, que se realizan de forma periódica, el pesado

del material de entrada y salida, registro meteorológico, limpieza, contacto con posibles clientes, etc.

## 5.1. Pretratamiento

Proceso fundamental, ya que de él depende la calidad del material de entrada al sistema y el destino del producto final obtenido. Como ya se ha comentado, de forma general no hay ningún material fermentable que reúna todas las características para un compostaje adecuado. Por ello, para aportar la estructura y características adecuadas para crear un entorno recomendable de crecimiento de los microorganismos y mejorar la eficiencia de los tratamientos posteriores, es necesario un tratamiento previo de los residuos.

Esta fase puede incluir todas o parte de las siguientes operaciones:

### - Almacenamiento temporal de los materiales

La generación y/o acopio de las materias primas no puede hacerse en el momento de montaje de las pilas, si no que puede producirse de forma continua, como las deyecciones, o de forma puntual, como el estructurante.

Por ello, es necesario disponer de una zona donde se puedan almacenar estos materiales y que permita armonizar la llegada de materias primas y su consumo para la producción de compost.

En función de la degradabilidad de los residuos, estos se podrán almacenar más o menos tiempo, previo a su tratamiento.

### - Trituración y cribado

Como ya se ha indicado anteriormente, el tamaño de partícula de las materias primas empleadas en el compostaje es de gran importancia. Por ello, en ocasiones es necesario la trituración de los residuos, especialmente de los estructurantes, para adaptarse a estos requerimientos.

Por su parte, con el cribado se pretende la separación de mezclas de materiales en dos o más fracciones, permitiendo la eliminación de aquellos elementos que pueden ser dañinos para las siguientes fases.

### - Mezclado

Para el acondicionamiento del producto, previo al proceso de tratamiento biológico. Permite corregir los parámetros del material, mediante la adición de un estructurante o de una enmienda, para que el residuo tenga las condiciones adecuadas, lo más próximas a las ideales, para un óptimo proceso de compostaje.

El acondicionamiento puede llevarse a nivel:

- **Físico:** las propiedades modificadas son: humedad, densidad, capacidad de retención de agua o porosidad. Todos estos parámetros son interdependientes. Para ello se añade un estructurante.
- **Químico:** para corregir alguno de los nutrientes o el pH. Se trabaja para alcanzar una relación C/N entre 15-30. También se deben considerar la biodegradabilidad de las fuentes de carbono y nitrógeno. Los ajustes de pH no suelen llevarse a cabo, además de que son muy costosos.
- **Energético:** la energía que aportan los residuos es necesaria para alcanzar la etapa termófila y asegurar la higienización del producto. Esta es aportada por la materia orgánica en su degradación.

Estas acciones se deben llevar a cabo sobre una solera de hormigón, con recogida y conducción de los lixiviados, evitando su vertido al medio ambiente.

#### - **Formación de pilas:**

En función del sistema de compostaje, las pilas tendrán unas dimensiones y una disposición. Con una pala mecánica y un remolque esparcidor, se pueden llevar a cabo tanto la fase de mezclado como la de formación de la pila.

## **5.2. Fase activa**

En esta fase se produce la descomposición biológica de las moléculas más fácilmente degradables. Se caracteriza por la reducción del peso y del volumen, la estabilización parcial y la higienización del material. En este periodo se produce un gran consumo de oxígeno y la liberación de energía en forma de calor.

Es una etapa crítica, que requiere un exhaustivo control de los parámetros, para evitar los problemas derivados de una mala gestión del proceso. Estos son: temperatura excesiva (que pasteurice la mezcla), condiciones anaerobias (proliferando organismos anaerobios que generan malos olores, reducción del pH y un compostaje incompleto) y pérdidas innecesarias de nitrógeno.

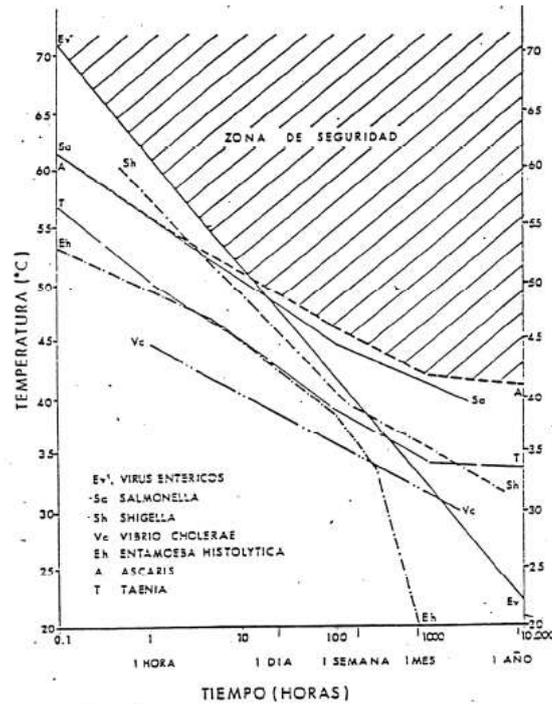
La duración de la misma depende principalmente de la tecnología empleada, especialmente de si existe aireación forzada o no, pero también del tipo de materiales compostados y su biodegradabilidad. Los tiempos estimados van desde dos semanas, en los sistemas más tecnificados (sistemas cerrados) hasta 8-10 semanas en los de menor tecnología (pilas estáticas sin aireación). Durante esta fase se producen unas pérdidas de volumen aproximadas del 40-60% inicial.

**Tabla 3: Temperaturas necesarias para eliminación de algunos patógenos (FAO, 2013)**

<b>Microorganismo</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Tiempo de exposición</b>
<b><i>Salmonella spp</i></b>	55	1 h
	65	15-20 min
<b><i>Escherichia coli</i></b>	55	1 h
	65	15-20 min
<b><i>Brucela abortus</i></b>	55	1 h
	62	3 min
<b><i>Parvovirus bovino</i></b>	55	1 h
<b>Huevos de <i>Ascaris lumbricoides</i></b>	55	3 d

La etapa de descomposición debe incluir obligatoriamente un periodo de higienización para toda la masa de materiales biodegradables en proceso de compostaje. Esta es la considerada como etapa termófila. Según la EPA<sup>1</sup>, en función de la temperatura alcanza, la duración de estas condiciones se deberá alargar más o menos en el tiempo. De este modo, si se alcanzan 55°C estos se deben mantener al menos 3 días, mientras que a 70°C, con 1 hora sería suficiente.

<sup>1</sup> Agencia de Protección del Medio Ambiente de EEUU



**Imagen 3: Influencia de la temperatura y del tiempo de exposición en la destrucción de gérmenes (Cuadros, S., 2008)**

Esta fase se debe llevar a cabo sobre una solera de hormigón, con la inclinación adecuada para la conducción y recuperación de los lixiviados generados por los residuos, que serán llevados a la balsa de lixiviados. La construcción de una cubierta es opcional, aunque permite proteger la masa en caso de lluvias intensas. Los lixiviados generados en esta etapa pueden volverse a aprovechar, siempre y cuando se empleen antes de la fase de higienización del producto.

**Tabla 4: Recomendaciones de control de parámetros durante fase activa (REC, 2015)**

PARÁMETRO	FRECUENCIA	RANGO ÓPTIMO	INFORMACIÓN
HUMEDAD	Diaria	50-60%	Regar o drenar
TEMPERATURA	Diaria	55 <sup>a</sup> -65°C	Si es excesiva, aumentar aireación
AIREACIÓN	Diaria	10-18% O <sub>2</sub>	Riesgo por exceso de riego
PH	Semanal	6-7,5	Inferior a 7,5 para reducir pérdidas de N

### 5.3. Fase de maduración

Es una fase más del proceso y no un mero almacenamiento temporal del material en espera a su venta. Durante este periodo se producen biotransformaciones de compuestos que se degradan lentamente y se forman otros nuevos, consiguiéndose un producto maduro y estable. Por ello se debe continuar haciendo un seguimiento de sus parámetros, como son humedad, temperatura y oxígeno, para que la etapa se desarrolle correctamente. En caso de ser necesario el riego de la masa, no se hará con agua de lixiviados.

Si la etapa anterior se ha desarrollado correctamente no será necesaria la ventilación forzada de la masa, siempre y cuando el apilamiento no sea excesivo.

Se pueden emplear las mismas tecnologías que en la etapa activa, aunque como no requiere un control tan exhaustivo de las condiciones de trabajo, se suelen utilizar las alternativas más simples y baratas.

La normativa permite su desarrollo sobre una solera de hormigón o sobre solera con zahorras compactadas, con recogida y conducción de lixiviados hacia la balsa de lixiviados.

La duración de esta fase se puede extender desde 2 a 4 meses.

## 5.4. Postratamiento

Está compuesto por un conjunto de operaciones que deben llevarse a cabo una vez finalizada la etapa de maduración, con el fin de obtener unos productos para comercializar con unas características químicas o físicas determinadas y una buena presentación.

Las operaciones más importantes y comunes en un proceso de compostaje son las siguientes:

### - Tamizado

El RD 999/2017 determina que *“no podrá contener impurezas ni inertes”* y que *“el 90% de sus partículas deben pasar por malla de 25 mm”*. Por tanto, en la mayoría de las ocasiones es necesario un tamizado del producto final, para acondicionarlo y cumplir con la legislación vigente, eliminando los impropios de mayor tamaño, que podrían dañar el resto de equipos.

Además, el afino del material permite obtener un producto con mejor presentación, sin presencia de inertes, con aspecto homogéneo y estructura esponjosa, más favorable para la venta, con mejor aceptación entre los potenciales clientes y con mejores características como enmienda. Si estos impropios, son parte del estructurante que no ha sido totalmente degradado, pueden reintroducirse al proceso en la fase de mezclado, para ser aprovechados.

Es aconsejable llevarlo a cabo en condiciones de humedad dentro del rango de 35-45%, (minimiza la producción de polvo y mejora el manejo).

### - Secado

Un exceso de humedad en el producto final es indicativo de fallos en el proceso y, por tanto, de falta de calidad del compost. Si el proceso de compostaje ha sido correcto no es necesario el secado. Siguiendo la normativa, la humedad no debe ser superior al 40% para cumplir con los requisitos exigidos para su comercialización como compost.

Esta labor se puede realizar extendiendo el material en el exterior o mediante volteos del mismo.

- **Ensacado**

El compost empaquetado es más caro y más atractivo para los clientes. Además, se pueden preparar mezclas y dimensiones adaptadas para cada espectro de potenciales clientes.

La humedad debe ser inferior al 35% para impedir que el proceso de descomposición continúe.

## **5.5. Almacenamiento**

Es el periodo comprendido entre el final de las etapas productivas y su salida de las instalaciones. El uso y la venta de compost suele ser estacional, con mayores consumos en primavera y otoño. Por ello, es necesario su almacenamiento durante periodos de 3-6 meses. La capacidad de almacenamiento vendrá determinada por la capacidad de la instalación y la demanda del producto final.

Tras la maduración, los compost mantienen actividad microbiana, aunque baja, por lo que debe asegurarse condiciones aerobias. Si se almacena en pilas, estas no deben ser de gran altura, para evitar episodios de combustión espontánea por recalentamiento excesivo del material.

Durante esta fase también se puede producir la liberación de lixiviados por parte del compost. Por ello, se debe disponer de una solera de hormigón, con recogida de lixiviados y es aconsejable la construcción de una cubierta que evite la incidencia del agua de lluvia sobre el producto, que podría comprometer su calidad final. Esta etapa puede llevarse a cabo en las mismas instalaciones que la maduración.

## **5.6. Distribución y comercialización**

La distribución y comercialización del producto puede hacerse directamente o a través de un distribuidor. Se debe elegir un espectro de consumidores específico y orientar la producción según sus necesidades y requerimientos. La calidad y origen de las materias primas del compost determinarán a que público se puede acceder.

## **6. BENEFICIOS E INCONVENIENTES DEL VERMICOMPOSTAJE**

Como se ha indicado en el primer apartado, el vermicompostaje es un proceso biotecnológico de bajo coste que permite degradar y estabilizar residuos orgánicos bajo condiciones aerobias y mesófilas, mediante la acción de ciertas especies de lombrices de tierra capaces de alimentarse del residuo, a la vez que aceleran su degradación microbiana.

Como todo proceso, tiene asociado una serie de beneficios, pero también ciertos inconvenientes, que deben tenerse en cuenta, para una optimización del proceso.

### **Beneficios**

- Tecnología de bajo coste.
- Proceso que ofrece dos productos: humus de lombriz y biomasa de lombriz.
- Producto acondicionador del suelo: mejora la estructura del suelo, aumenta la porosidad y la capacidad de retención de agua, amortigua los cambios de temperatura y pH del suelo, fertilizante de liberación lenta y fácilmente asimilables y con gran actividad bioquímica.
- Mayor disponibilidad de nutrientes para las plantas, mejor capacidad para retención de agua, mayor aireación y contenido en carbono orgánico.
- Presencia de sustancias fitohormonales que estimulan el crecimiento de los cultivos y favorece la germinación de semillas.
- La aplicación de vermicompost aumenta la efectividad de los fertilizantes inorgánicos.
- Aumenta la diversidad de la comunidad edáfica.
- Control y supresión de patógenos vegetales, por parte de los microorganismos antagonistas contenidos en el producto.
- Efectos demostrados en reducción de patógenos, contaminantes orgánicos y en la disponibilidad de metales pesados, al formar complejos insolubles.

### **Inconvenientes**

- Permite gestionar menores volúmenes de residuos.
- Los requerimientos de las lombrices son más específicos que los de los microorganismos implicados en el compostaje.
- Mayores requerimientos de superficie para tratar un mismo volumen de material.
- En función del tipo de residuo, a veces es necesario una fase de precompostaje previa.
- Mayor necesidad de mano de obra.

## 7. PARÁMETROS DE CONTROL DEL VERMICOMPOSTAJE

De igual manera que el compostaje es un proceso biológico, llevado a cabo por organismos vivos, que necesita el control de una serie de factores que afectan a los mismos y deben ser manejados y vigilados para optimizar el proceso, el vermicompostaje también es una tecnología realizada por seres vivos, que tienen unos requerimientos específicos, que se deben mantener para garantizar una máxima eficiencia.

Estos requisitos son los exigidos por las lombrices, que son el actor principal de este proceso. Por ello, previo a indicar los factores que deben controlarse en el proceso, se estudiará a estos organismos.

### 7.1. Organismos implicados

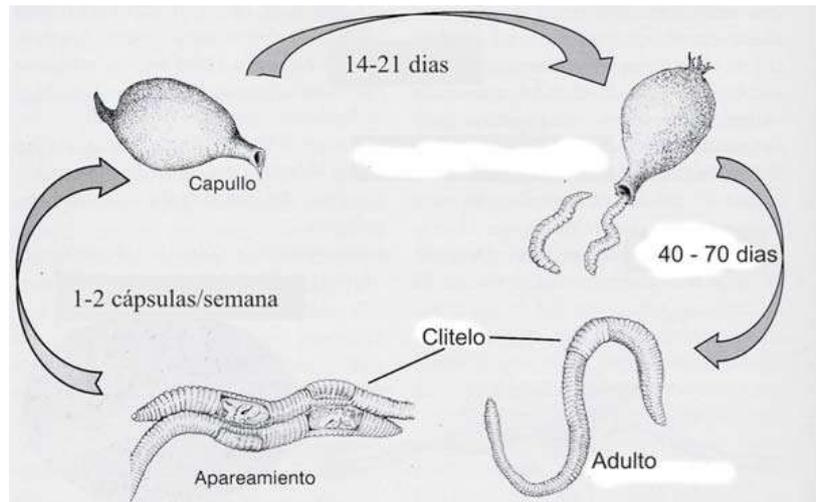
El proceso de vermicompostaje no es llevado a cabo por un solo organismo, las lombrices, sino por la asociación y participación de una comunidad de organismos y microorganismos que interaccionan entre sí.

#### A. Lombrices

Las lombrices son animales pertenecientes a la clase *Oligocheta*. Una parte de estas son terrestres y otra parte acuáticas, siendo estas primeras objeto de interés para este proyecto. Se extienden por casi todo el mundo, excepto en climas muy fríos o muy secos. De las más de 4.400 especies terrestres que se conocen, solo unas pocas pueden emplearse para la degradación de compuestos orgánicos y para el vermicompostaje.

Son invertebrados, de cuerpo cilíndrico y alargado, metazoos segmentados y celomados, actuando el celoma como esqueleto hidrostático. Están revestidos por una cutícula que evita su desecación. Todos sus segmentos son iguales, excepto el primero (*prostomio*) y el último (*pigidio*), donde se encuentran la boca y el ano, respectivamente. Su respiración es cutánea, a través de la piel. El clitelio, estructura reproductiva que aparece con la madurez sexual, se localiza también en la parte posterior del cuerpo.

Las lombrices son hermafroditas insuficientes y protándricas (maduran antes las gónadas masculinas). Aunque cada individuo posee ambas gónadas, no pueden autofecundarse y necesitan aparearse con otra lombriz (fecundación cruzada). Pasados unos días de la fecundación, los individuos generan unas capsulas o *cocoons*, que incluyen los huevos. Estas capsulas tienen forma alimonada y con un color que se va oscureciendo con el tiempo. Los cocoons son resistentes, pudiendo permanecer viables durante años.



**Imagen 4: Ciclo de vida de lombrices (Domínguez, J., 2011)**

El movimiento lo realizan empleando las quetas (unas estructuras pilosas que sirven para la locomoción, pero también con capacidad sensitiva), los músculos y el líquido celómico. Se mueven tanto vertical como lateralmente, buscando aquellas condiciones de humedad y aireación más adecuadas, evitando zonas expuestas al sol.

Desde el nacimiento pueden ingerir alimento por sus propios medios. Esto lo hacen a medida que avanzan por el terreno. Las lombrices fragmentan los residuos orgánicos con una molleja llena de grava y arena, lo que aumenta la superficie y favorece una alta tasa de actividad microbiana. Su alimentación es micrófaga, incluyéndose dentro de su dieta bacterias, protozoos, microalgas y hongos, que ingieren con el sustrato.

En función de sus ciclos de vida y nichos ecológicos se diferencian tres tipos de lombriz: *epigeas* (son de pequeño tamaño y viven en la superficie, con ciclo de vida corto y alta tasa reproductiva), *endogeas* (de tamaño intermedio y que habitan en el interior del sustrato) y *anécicas* (las de mayor tamaño y con desarrollo a mayor profundidad; su tasa de reproducción es baja).

Las especies empleadas en vermicompostaje deben cumplir una serie de requisitos que permitan un buen aprovechamiento. Estos requisitos son:

- Alta prolificidad
- Ser ubicuas
- Escasos requerimientos y tolerancia a cambios del entorno
- Gran adaptabilidad y fácil manejo

- Capaces de vivir en cautiverio
- Gran voracidad y capacidad para procesar grandes cantidades de residuo

Esta serie de características son cumplidas por ciertas lombrices, entre las cuales destacan dos principalmente: *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) y *Eisenia andrei* (Bouché, 1972). Otras especies también son empleadas, como *Dendrobaena veneta* (Rosa, 1886) o *Dendrodrilus rubidus* (Savigny, 1826), aunque no tienen la misma importancia que las dos anteriores.

*E. fetida* y *E. andrei* son las especies más empleadas ya que reúnen las anteriores características. Tiene gran capacidad de adaptación a diferentes residuos orgánicos y un amplio rango de tolerancia de pH y temperaturas, son fáciles de manejar, resistentes y longevas (hasta 5 años, pero con una vida media de 20 meses), una prolificidad alta, que permite la aparición de sucesivas generaciones que se vayan sustituyendo de forma continua, manteniendo así unas altas tasas de consumo, y con una gran voracidad, capaces de consumir diariamente el equivalente a su peso.

De adultos, tienen un tamaño aproximado de 50-100 mm, con un peso medio de 0,55 g por individuo. Alcanzan la madurez sexual entre 40-70 días. Tras la fecundación, cada lombriz produce 1 o 2 cápsulas, de las que pueden salir, a las 2-3 semanas, entre 2-4 lombrices (una media de 2,7 lombrices/cocón). Estos juveniles tienen desarrollo directo, sin sufrir estados larvarios. Con sustratos apropiados y densidades no muy altas, pueden llegar a reproducirse semanalmente, incluso con más de una puesta semanal. Si las condiciones del medio no son adecuadas (temperaturas inferiores a 10°C o humedad por debajo del 60%) los cocones pueden permanecer largos periodos sin eclosionar. Se considera un poder reproductor de hasta 125 lombrices anuales por cada lombriz, en los mejores casos.

Su ciclo de vida, desde la puesta del capullo hasta que la lombriz es sexualmente activa, es de unos 50 días. Este momento lo marca el desarrollo del clitelio, que suele ocurrir a partir de los 0,25 g de peso. Los rangos de humedad y temperatura óptimas son similares en ambas, del 70-90% y 25°C, respectivamente.

Son animales con tigmotaxia, es decir, una tendencia a permanecer en contacto con las interfases, como los limitantes laterales de los lechos o el suelo sobre el que se asientan. Esto favorece su capacidad de expansión cuando se hacen siembras expansivas.

*E. fetida*, llamada la "lombriz tigre", por su barreado, es más competitiva en condiciones naturales que *E. andrei*, conocida como "lombriz roja californiana", que tiene mayores ventajas en cultivos en cautividad.



**Imagen 5: Comparativa entre *E. fetida* (derecha) y *E. andrei* (izquierda) (Harrison, J., 2010)**

Ambas especies son sintópicas<sup>2</sup> y generalmente viven en colonias mixtas en pilas de estiércol y restos vegetales y por tanto su hibridación sería posible. La hibridación entre poblaciones o especies puede tener efectos perjudiciales en la eficacia biológica y afectar a la dinámica de poblaciones en colonias mixtas, por lo que debe evitarse esta situación.

No se conoce que sufra ni transmita ninguna enfermedad, aunque sí que tienen depredadores y sufren plagas. Entre los depredadores destacan aves (mirlo), mamíferos (topos, erizos) o invertebrados (escolopendras, hormigas). Otros seres vivos que pueden ser perjudiciales para las lombrices son las planarias (*Bipalium kewense*), o los gusanos planos que se alimentan del contenido interior de las lombrices. Se considera el enemigo de mayor importancia económica para los lombricultores, aunque es propio de zonas tropicales.

Niveles adecuados de humedad y pH controlados (superiores a 7) evitan la incidencia de estos enemigos de las lombrices.

## **B. Microorganismos asociados**

La presencia de las lombrices genera unas condiciones que modifican la microbiota del residuo. En el proceso se encuentran involucrados un gran número de microorganismos, fundamentalmente bacterias y hongos mesófilos, los cuales juegan

---

<sup>2</sup> Poblaciones que coexisten en una misma localidad y superponen sus hábitats

un papel fundamental en la descomposición, mineralización y estabilización del residuo orgánico.

Estos microorganismos interactúan con las lombrices, ya sea sirviendo como alimento para estas (protozoos, hongos o algas) o porque la actividad de los anélidos favorece su desarrollo, al fragmentar el material, mejorar la estructura, favorecer su desarrollo a través del mucus o modificar químicamente la composición de los residuos al atravesar el aparato digestivo de las lombrices, siendo más fácilmente degradable por ciertos microorganismos.

Esto genera una comunidad microbiológica muy amplia y compleja, que favorece el proceso de vermicompostaje además de generar un producto de gran calidad.

Los residuos también pueden ser colonizados por organismos de mayor tamaño, que lo emplean como fuente de alimento o como refugio. Destacan los detritívoros, como las cochinillas (*Armadillidium vulgare*), insectos como hormigas (*Formicidae*), nematodos o ácaros. Es la llamada "fauna asociada" y en condiciones de un vermicompostaje adecuado, no serán fuente de problemas, aunque su proliferación indicaría que el desarrollo del proceso no es adecuado.

## 7.2. Parámetros de control en el proceso

### A. Temperatura

El vermicompostaje ocurre en condiciones mesófilas, por lo que el control de la temperatura no es estrictamente necesario, aunque sí que es un factor muy importante en el proceso. Las lombrices se desarrollan en un rango de temperatura amplio, entre 15-35°C, aunque su rango óptimo es por encima de 20°C, a partir del cual se estimula su reproducción, y hasta los 30°C. Temperaturas por encima de 35°C provocan la huida de las lombrices del sustrato y si son muy superiores, la muerte. Temperaturas por debajo de 10°C reducen la actividad alimentaria y por debajo de 4°C cesa completamente la producción de capullos y el desarrollo de nuevos individuos. Las lombrices pueden adaptarse a las bajas temperaturas e hibernar en capas más profundas. Pero no pueden sobrevivir a la exposición prolongada a largos periodos de heladas.

De este modo, se deben controlar las temperaturas extremas. Por debajo de 15°C puede ser conveniente la instalación de un sistema de calefacción o la adecuada orientación de las pilas para garantizar la máxima insolación. Para evitar temperaturas excesivamente altas, una fase de precompostaje garantiza una cierta estabilización del residuo, impidiendo su fermentación espontánea. Además, los riegos periódicos ayudan a reducir la temperatura.

## **B. Humedad**

El material empleado como cama debe mantener una humedad superior al 50% (óptima entre 70-90%), ya que las lombrices poseen un mecanismo de intercambio gaseoso que se realiza a través de la epidermis. Ello implica que el residuo deba poseer una alta capacidad para absorber y retener agua.

Después de las temperaturas extremas, es el factor que más determina la supervivencia de las lombrices, por lo que su humedad debe ser ajustada antes de iniciar el proceso en base a los requerimientos óptimos y mantenerse durante todo el periodo que dure el tratamiento de los residuos.

## **C. Aireación**

El vermicompostaje es un proceso aerobio, que necesita oxígeno para desarrollarse. Por ello, materiales cuya estructura no puede garantizar una adecuada porosidad o excesivos contenidos en humedad o grasa, que desplazan el oxígeno, pueden generar situaciones de anaerobiosis, provocando la muerte de las lombrices. Esto ocurre tanto por la falta de oxígeno como por la generación de sustancias tóxicas para las mismas en ambientes anaerobios.

Las lombrices tienen unos requerimientos de concentración de oxígeno del 55-65%. Por ello, el residuo debe poseer una adecuada estructura, que garantice la difusión de oxígeno y el drenaje del exceso de agua. Si el mismo no posee dichas características debe ser previamente acondicionado y mezclado con estructurantes.

## **D. pH**

El pH del residuo puede afectar al desarrollo de las lombrices, ya que estas lo hacen dentro de un rango determinado, entre 5-9, aunque su pH óptimo se encuentra en torno a 7. Este factor puede ser determinante durante el proceso, ya que afecta a la influencia de las plagas.

Como normal general, el pH durante el vermicompostaje tiende hacia la neutralidad con el tiempo.

## **E. Contenido en C/N**

De igual modo que el compostaje, el vermicompostaje se desarrolla de forma más adecuada si la relación de nutrientes es la óptima, que se encuentra en relaciones C/N de 20-30. Especialmente negativas resultan las relaciones C/N excesivamente

bajas, ya que favorecen la degradación rápida y el calentamiento del material, además de la generación de amoniaco, letales ambos para las lombrices.

#### **F. Concentración de sales**

El contenido de sales de los residuos en los que se desarrollan las lombrices pueden comprometer su desarrollo, ya que son muy sensibles a dicho factor. Esto ocurre porque la excesiva salinidad exterior puede desequilibrar la composición iónica de sus fluidos internos, debido a su baja capacidad para osmorregular las sales que absorben con el agua a través de su piel. Sustratos con conductividades eléctricas superiores a 8 dS/m son letales.

El riego del material reduce la salinidad por arrastre y lixiviación de las sales, aunque no garantiza unos niveles adecuados. Un precompostaje sí que consigue este objetivo.

#### **G. Componentes tóxicos**

Hay sustancias que, aun en pequeñas cantidades, son nocivos para el desarrollo de las lombrices. Estas sustancias pueden provocar alteraciones en el metabolismo de las lombrices, afectando a su desarrollo.

Elevadas concentraciones de amoniaco ( $N-NH_3$ ) y amonio ( $N-NH_4^+$ ) en el residuo son nocivos para las lombrices. Niveles por encima de 0,5 mg/kg se consideran tóxicos.

Elementos como fármacos o productos de limpieza pueden contener componentes perjudiciales, como plaguicidas, metales pesados, etc., que impidan su desarrollo.

Los taninos, presentes en algunas plantas de forma natural, pueden dañar e incluso expulsar a las lombrices de las camas.

El tratamiento de fármacos y productos de limpieza tiene una difícil gestión. Pero en el caso de altos niveles de amonio o de taninos, se ha demostrado que, aunque se reduce el contenido en nutrientes del sustrato para las lombrices, un precompostaje permite su reducción a niveles adecuados para las mismas.

## **H. Densidad poblacional**

Aun cuando todos los parámetros anteriores estén adecuadamente controlados, pueden aparecer problemas en el proceso si no se gestiona adecuadamente la densidad de lombrices en el sustrato y se llega a una sobrepoblación.

En casos de sobrepoblación, el crecimiento de las lombrices es menor y de forma más lenta. Además, alcanzan la madurez de forma más tardía.

## **8. SISTEMAS DE VERMICOMPOSTAJE**

Los sistemas de vermicompostaje se pueden dividir en función de diversos parámetros, ya sean, el sistema de alimentación (continuo o discontinuo), el nivel de tecnología (tradicional o tecnificado) o la escala (doméstica, piloto o industrial).

Pero se puede considerar que la diferenciación en función de la tipología del proceso es el más adecuado. Así, se pueden encontrar:

### **A. Vermicompostaje en literas o camas**

Se basa en el apilamiento del residuo orgánico en espacios más o menos rectangulares, delimitados por madera o bloques, que además impiden la fuga de las lombrices. Son sistemas sencillos y económicos, que necesitan mucha superficie para su desarrollo.

La alimentación se puede hacer de una vez (en lotes), manteniendo el residuo hasta que es totalmente biodegradado por las lombrices o pueden administrarse nuevas capas horizontal o verticalmente, haciendo avanzar a los anélidos. La retirada de los individuos se hace de forma manual, con residuo fresco o con el empleo de mallas, lo que dificulta y alarga el proceso.

Se suelen proteger para evitar la incidencia de depredadores y de las condiciones ambientales.



**Imagen 6: Literas de vermicompostaje (SERVIFAPA, 2013)**

## **B. Vermicompostaje en contenedores**

Se realiza en recipientes cerrados, que contienen en su interior el residuo con las lombrices. Pueden ser de dos tipos, modulares o no modulares.

Los modulares se basan en el uso de recipientes apilables. Disponen de orificios, que permiten la comunicación entre los módulos. Las lombrices pueden moverse a través de las aberturas que comunican los recipientes, accediendo al nuevo habitáculo con alimento fresco. Cuando el residuo de un recipiente es consumido por las lombrices, se añade residuo fresco en un nuevo módulo que se deposita sobre el anterior.

El residuo ya tratado se acumula en los módulos inferiores, a medida que las lombrices se desplazan hacia arriba, pudiendo retirarse cuando el vermicompost alcance la madurez deseada, sin interferir en la continuidad del proceso.

En los contenedores no modulares, el residuo se deposita en la parte superior de forma periódica. Al igual que en el caso anterior, las lombrices se mueven verticalmente, hacia el residuo fresco, dejando el material estabilizado en la parte inferior. El vermicompost se retira a través de una puerta inferior o mediante el vaciado del contenedor.

Ambos tipos permiten la recogida de los lixiviados y ofrecen una mayor protección a las lombrices, reduciendo las necesidades de espacio. Por contra, es un sistema que necesita mayor cantidad de mano de obra y mayores gastos.

### C. Vermicompostaje en lechos de flujo continuo

Consisten en contenedores elevados por encima del suelo con la base perforada. La retira del producto se realiza a través de las capas inferiores, por descarga mecánica de las mismas. Esto se consigue mediante la administración periódica de residuo fresco en las capas superiores. Esto conduce a las lombrices hacia la parte superior, dejando el producto maduro en la base del contenedor.

Tanto el sistema de aplicación de residuo fresco como el de la retirada del producto finalizado se puede mecanizar, reduciendo las necesidades de mano de obra. Además, al estar separado del suelo se consigue un aislamiento de los depredadores. La inversión inicial es la más elevada de todos los sistemas.



**Imagen 7: Lecho de flujo continuo (ISON21, 2018)**

## 9. OPERACIONES DEL VERMICOMPOSTAJE

El proceso de vermicompostaje se considera a la fase en la cual las lombrices están presentes en el residuo y actúan sobre el mismo. Pero, para favorecer su desarrollo, es necesario aportarles unas condiciones lo más propicias posibles para obtener un proceso óptimo y en el menor tiempo posible, reduciendo la incidencia de problemas asociados.

Por ello, además del propio vermicompostaje, es necesaria una fase previa de acondicionamiento del sustrato y unas etapas posteriores para conseguir un producto de la máxima calidad, además de mantener un remanente de población de lombrices, tanto para las inoculaciones de nuevas camas como para evitar la pérdida total de las mismas en caso de problemas.

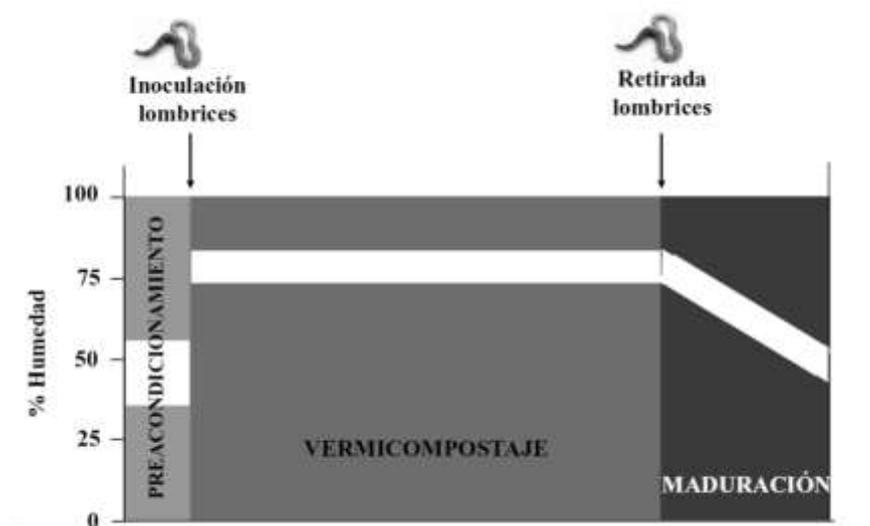


Imagen 8: Etapas del proceso de vermicompostaje (REC, 2015)

Cuando el vermicompostaje se realiza a gran escala, es necesario la monitorización del proceso, tratando de optimizar el tiempo y calidad del producto obtenido.

### 9.1. Pretratamiento

Tras recibir las materias primas, es necesario acondicionar los residuos orgánicos para ser fuente de alimento para las lombrices en las mejores condiciones, y si es posible, aumentar la biomasa microbiana. Es una etapa opcional, ya que muchos residuos pueden ser ingeridos por las lombrices sin un pretratamiento previo.

Entre estos tratamientos se incluyen: lavado, macerado, mezcla con otros residuos o precompostaje (obligatorio si se van a utilizar residuos orgánicos de procedencia urbana con microorganismos patógenos).

## 9.2. Prueba P50L

Antes de poner en contacto las lombrices en contacto directo con el alimento, hay que realizar una prueba para saber si el sustrato se encuentra en condiciones adecuadas para el desarrollo de las lombrices.

La prueba P50L (prueba de las 50 lombrices) se basa en la colocación de 50 lombrices en un recipiente de un tamaño no muy amplio, que contiene un sustrato similar al empleado posteriormente. El objetivo es observar el comportamiento de los anélidos frente al material. Si al cabo de 24 horas más de 45 lombrices continúan dentro del recipiente, se considera que el residuo es apto como lecho. Si hay una alta mortalidad de lombrices o estas no comen, el estiércol deberá continuar fermentando o recibir otro tipo de tratamiento previo a la inoculación.

## 9.3. Vermicompostaje

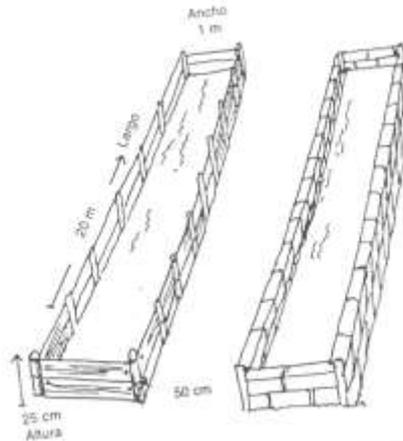
Es el periodo de tiempo desde que se inoculan las lombrices hasta que son retiradas del residuo orgánico. Su duración es variable, dependiendo del tipo y características de los residuos orgánicos, densidad de las lombrices inoculadas, etc.

Se considera un *lecho* a una unidad superficial de 2x1 m y profundidad variable. Una sucesión continua de lechos se conoce como sector o litera. Esta a su vez, se define como un espacio rectangular delimitado por maderas, ladrillos, bloques de hormigón o cualquier elemento de contención para el residuo y que no permita el escape de las lombrices.

El material se dispone en hileras de baja altura (inferior a 55 cm). Esto se debe a que alturas superiores provocarían una compactación del material y una menor difusión del oxígeno. Además, si el residuo no está suficientemente estabilizado, un excesivo apilamiento conllevaría su fermentación espontánea y la subida de las temperaturas, provocando la muerte de las lombrices. En función de las temperaturas externas, el nivel de apilamiento puede incrementarse, con el fin de conservar una temperatura adecuada para el desarrollo de las lombrices.

La instalación de un plástico impermeable en la base, sobre el que se aplica una capa de tierra, que sirve como base para la cama de las lombrices, permite un doble efecto: la recogida de los lixiviados generados y la creación de una barrera para los posibles depredadores de las lombrices.

Al igual que en el compostaje, las pilas deben tener una separación suficiente para permitir el tránsito de la maquinaria necesaria para el proceso y una inclinación mínima que favorezca la recogida de los lixiviados anteriormente mencionados.



**Imagen 9: Literas de madera (izquierda) y mampostería (derecha). Fte: Sánchez Bandera, 2017.**

Con el fin de favorecer el proceso y limitar la influencia del clima es aconsejable la construcción de una cubierta. Esta evita la incidencia directa de la lluvia, pero también de los rayos solares, que pueden elevar excesivamente la temperatura y llevar a una desecación excesiva.

Los sistemas de riego, calefacción o aireación son opcionales. La temperatura afecta al desarrollo de las lombrices, tanto a su desarrollo como a su reproducción. Por ello, la instalación de sistemas de control de temperatura es muy interesante, especialmente durante los meses más fríos, en los cuales el desarrollo del proceso puede llegar a estancarse. Se debe contemplar un buen drenaje del exceso de humedad del residuo, ya que las lombrices en escenarios anóxicos mueren.

La instalación de una malla o plástico sobre las pilas sirve como método para evitar los riesgos de depredación sobre las lombrices. Además, debido a los hábitos fotofóbicos de las lombrices, estas mallas permiten una mejor degradación de todo el material.

La inseminación de lombrices se realiza mediante su distribución en uno de los laterales del lecho. Estas se añaden con su propio sustrato, que las mantiene vivas. La siembra puede ser expansiva (con densidades de 4.000-10.000 lombrices/lecho) o de continuación (25.000-50.000 lombrices/lecho). Es conveniente llevar a cabo la siembra en condiciones de sol, para favorecer su introducción en el lecho, por sus características fotofóbicas, y a continuación regar y cubrir los lechos recién poblados.

Se considera que aproximadamente a los 3 meses se alcanza una densidad de población máxima, por lo que es conveniente la retirada de parte de las lombrices, con el fin de permitir el desarrollo de nuevos individuos y obtener ejemplares para la inseminación de nuevos lechos.

En cuanto a la adicción del alimento, este se puede realizar de forma continua o se puede trabajar en lotes, dependiendo del tipo de sistema de trabajo empleado en la explotación.

Para una buena gestión del proceso, es necesario el seguimiento de los parámetros que condicionan la supervivencia de las lombrices y que, por tanto, lo controlan. En la Tabla 5 quedan resumidos estos parámetros, además de los rangos óptimos entre los que mejor se desarrollan y entre los cuales debe procurarse mantener durante todo el tiempo.

**Tabla 5: Recomendaciones de control de parámetros durante la fase activa del vermicompostaje (REC, 2015)**

PARÁMETRO	FRECUENCIA	RANGO ÓPTIMO	INFORMACIÓN
<b>HUMEDAD</b>	Diaria	70-90%	Regar o drenar
<b>TEMPERATURA</b>	Diaria	18º-28ºC	Regar o reducir cantidad añadida si aumenta la Tª
<b>AIREACIÓN</b>	Diaria	55-65%	Riesgo por exceso de riego o compactación
<b>PH</b>	Semanal	7-8,5	Mantener por encima de 7 para evitar plagas
<b>DENSIDAD DE POBLACIÓN</b>	Semanal	20.000-30.000 individuos/m <sup>2</sup>	Con alimento suficiente se autorregulan
<b>MADUREZ</b>	Semanal	60% juveniles/40% adultos	Indica buen estado de salud
<b>TASA DE REPRODUCCIÓN</b>	Quincenal	>500 cápsulas (70% eclosión)	Indica potencial como fuente para nuevas inoculaciones

Para la recogida del humus de lombriz, es necesario primero retirar las lombrices, las cuales servirán para el siguiente residuo a tratar. Además, el exceso de individuos generados se podrá vender, obteniéndose un beneficio económico directo.

Existen varios métodos para la recolecta de las lombrices. El empleo de una malla sobre la que se coloca material fresco es una de las más utilizadas. Otra técnica es el aporte de material fresco es una zona del caballón y su retirada con métodos manuales, como una horca o la pala del tractor directamente. En ambos métodos este material fresco se mantiene durante 2-3 días y se riega abundantemente, quitando el riego del resto de superficies. La mejor hora para dicha tarea es al principio de la mañana, cuando las lombrices permanecen más cerca de la superficie, por la ausencia de luz.

Pueden darse ocasiones en los que la densidad de lombrices sea excesiva, lo que provoca una disminución del tamaño de los individuos y una menor reproducción. Por ello, es aconsejable la revisión periódica de los lechos y la extracción de individuos (siguiendo los métodos anteriormente mencionados) si se detecta un exceso de población.

En caso de que la explotación se orientase en la producción de lombrices, se estima que se puede extraer hasta 7-8 kg de lombrices mensuales por cada lecho (2 m<sup>2</sup>).

#### **9.4. Maduración**

Una vez retiradas las lombrices, es aconsejable, e incluso imprescindible, dejar madurar al sustrato orgánico para aumentar su estabilidad, madurez y calidad y reducir su contenido hídrico hasta límites aceptables para su comercialización.

Esta etapa es de naturaleza pasiva. En ella no se adiciona agua y solo participan microorganismos, que finalizan la descomposición del residuo.

Durante esta fase también se produce un descenso de la humedad, hasta alcanzar unos niveles del 35%. Por ello, es aconsejable la instalación de una cubierta sencilla, que impida la incidencia del agua de lluvia pero que a su vez permita una buena aireación del material.

#### **9.5. Postratamiento**

El postratamiento permite la adecuación del material de salida del proceso de vermicompostaje para ser un producto vendible.

Los tratamientos que pueden llevarse a cabo durante esta fase son similares a los del compostaje.

## 9.6. Cría de lombrices

Es una fase del proceso que se produce de forma análoga al resto y constante. Consiste en una instalación en la que se mantiene una reserva de lombrices disponibles para los procesos de vermicompostaje que se llevan a cabo en cada época del año, según la disponibilidad de residuos y demanda de producto del mercado.

En función de cómo opere la planta, esta instalación será necesaria o se podrá prescindir de la misma.

## 10. MATERIAS PRIMAS

### 10.1. Características de las materias primas

La obtención de un buen compost y/o vermicompost depende fundamentalmente de la composición y la preparación de la materia orgánica de partida, que puede experimentar variaciones en función de factores diversos, del proceso de compostaje y maduración, y del procesado final (tamizado).

La materia orgánica utilizada para el vermicompostaje será el sustrato para las lombrices, pero también para su alimento, que son los microorganismos que se desarrollan en la misma. Por ello, previo al desarrollo de este proceso es conveniente un pre-compostaje, que estabilice la materia orgánica, además de mejorar las cualidades del producto final.

La variedad de materiales que se pueden someter a un proceso de compostaje es muy amplia. Como materia compostable puede utilizarse cualquier producto orgánico fermentable. En general, se pueden clasificar estos materiales en: urbanos, agropecuarios e industriales.

Entre los residuos agropecuarios que se pueden compostar se puede distinguir entre los materiales vegetales o sus derivados (residuos agrícolas, de jardinería, podas, residuos verdes) y los provenientes de la ganadería intensiva, principalmente las deyecciones (purines y estiércoles) aunque bajo algunas condiciones, también pueden compostarse restos animales. En el RD 506/2013, anexo IV, se recogen, con su código LER<sup>3</sup>, los siguientes: 020101 Lodos de lavado y limpieza de actividades agrícolas; 020103 Residuos de tejidos vegetales; 020106 Deyecciones de animales, estiércoles y

---

<sup>3</sup> Lista Europea de Residuos

efluentes recogidos selectivamente y tratados fuera del lugar donde se generan, 020107 Residuos de la silvicultura.

Los residuos o subproductos animales son legislados por una normativa específica, el Reglamento CE 1774/2002, del Parlamento Europeo y del consejo de 3 de octubre de 2002, por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales no destinados a consumo humano. Este realiza una clasificación de dichos materiales considerando su riesgo a transmisión de enfermedades. El estiércol está incluido dentro de la categoría 2 a) "*Estiércol y contenido del tubo digestivo*".

A pesar de la gran variedad de productos disponibles, debe considerarse también la calidad del compost que se obtendrá y sus posibles usos agrícolas, ya que no todos los compost obtenidos pueden aplicarse al suelo de igual manera. Debe tenerse en cuenta, por ejemplo, el contenido en productos tóxicos y en fármacos.

Los ingredientes para el compostaje suelen ser subproductos orgánicos o materiales residuales. Es raro que un solo material residual, tenga todas las características requeridas para un compostaje eficaz. Por tanto, es necesario mezclarlo con otros materiales diferentes, en proporciones adecuadas, para obtener una mezcla con las características necesarias para llevar a cabo el proceso de compostaje.

Debido a que el compost es un producto de bajo coste, se deben buscar aquellos subproductos que se encuentren más fácilmente disponibles, es decir, al menor precio y lo más próximos posibles. Por ello, se buscarán dichos subproductos generados en la zona, como pueden ser paja de cereal, restos de poda de viñedo o frutales, residuos agroindustriales, etc.

Las materias primas empleadas para el compostaje en la Granja Potosí S.L. serán, por tanto, subproductos de la propia explotación y, en caso de ser necesario, otros materiales externos lo más económicos posible. De este modo, lo que se pretende es el tratamiento de las deyecciones y la cama de los conejos, para evitar su eliminación con métodos más costosos. Como estructurante se empleará la propia yacija, pero como su volumen no es suficiente se completará con paja. Se ha elegido este material ya que es abundante en la zona y cumple con los requerimientos como estructurante, como se ha visto en el Anexo III.

## 10.2. Cálculo de mezcla

Las características de estos materiales, analizadas en el laboratorio de la Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias (ETSIAA) de Palencia, son las siguientes:

**Tabla 6: Características de las materias primas (Soto-Herranz, 2017)**

	ESTIERCOL (SMS)		YACIJA		PAJA	
	X	DESV	X	DESV	X	DESV
H (%)	74,69	0,40	30,96	5,04	12,03	6,6
PH	6,89	0,15	8,51	0,10	7,3	0,1
CE (MS/CM)	0,91	0,02	1,72	0,07	0,23	0,03
MO (%) SMS	83,70	0,90	94,81	0,73	94,4	0,4
NT (MG KG <sup>-1</sup> )	2,53	0,01	1,67	0,02	0,54	0,01
N-NH <sub>4</sub> (MG KG <sup>-1</sup> )	0,29	0,01	0,48	0,02	-	-
P <sub>T</sub> (%)	0,55	0,04	0,0618	0,0002	0,25	-
C (%)	41,70	0,30	45,19	0,26	43,3	0,1
N (%)	2,30	0,00	1,57	0,01	0,49	0,01
C/N	17,90	-	28,83	-	88,8	-

Como se ha indicado en el apartado anterior, para conseguir un proceso de compostaje adecuado, se debe obtener una relación C/N inicial dentro del rango de 25-35. Observando la Tabla 6, se aprecia que ninguna de las materias primas alcanza ese valor, ya sea por exceso o por defecto, excepto la yacija, pero su cantidad es muy pequeña. Ello obliga a realizar una mezcla de materiales, en la proporción adecuada, para conseguir dicho objetivo. Para ello, la bibliografía ofrece diferentes ecuaciones. Se ha elegido la siguiente, ya que reúne las características de su sencillez y procurar resultados satisfactorios.

$$R = \frac{W_1 \cdot [C_1] + W_2 \cdot [C_2]}{W_1 \cdot [N_1] + W_2 \cdot [N_2]}$$

**Ecuación 1: Cálculo de relación C/N para mezcla a compostar**

Siendo:

- **R** = Relación C/N de la mezcla
- **W** = Masa del material (en materia seca)
- **C** = Carbono (%) del material n
- **N** = Nitrógeno (%) del material n

Aplicada a los materiales que se va a mezclar, que son estiércol ( $W_1$ ) y paja ( $W_2$ ), con el fin de alcanzar una relación C/N = 30 (R), la *Ecuación 1* quedaría:

$$30 = \frac{19,47 \cdot 38,78\% + W_2 \cdot 43,33\%}{19,47 \cdot 2,01\% + W_2 \cdot 0,49\%}$$

$$W_2 = 14,38 \text{ t/sem}$$

**Tabla 7: Cálculo de mezcla a compostar semanalmente**

	<b>ESTIERCOL (W<sub>1</sub>)</b>	<b>PAJA (W<sub>2</sub>)</b>	<b>MEZCLA</b>
<b>Peso en MS (t/sem)</b>	19,47	14,38	33,85
<b>Peso total (t/sem)</b>	76,92	16,35	93,27
<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	71,89	89,81	161,70
<b>Humedad (%)</b>	74,69	12,03	62,50
<b>Densidad (t/m<sup>3</sup>)</b>	1,07	0,182	0,58
<b>C/N</b>	17,90	88,80	29,86

En la explotación cunícola Potosí se producen anualmente aproximadamente 4.000 t de estiércol, lo que supone 76,92 t semanales. Por lo tanto, semanalmente se acumulará una masa a compostar de 93 t, para cuya formación será necesario añadir las 76,92 t de estiércol ya mencionadas, a los que se les suma 16,35 t de paja como estructurante. Esto hace, que sea necesario adquirir anualmente 850,2 t de paja.

A la hora de realizar la mezcla, los parámetros que se deben controlar, para realizar un buen acondicionamiento inicial de la masa, son: relación C/N, humedad y estructura (porosidad). Con la fórmula anterior se ha optimizado la relación C/N y la paja picada ofrece una adecuada porosidad, que asegura la aireación de la pila. Como se puede observar en la tabla anterior, la humedad obtenida con la mezcla también entra dentro de los requerimientos (superior al 60%) exigidos para un buen compostaje, sin necesidad de añadir agua.

Se ha comentado que, con el fin de eliminar además la yacija generada en el proceso productivo, esta se añadirá a la mezcla. Tanto su cantidad (7,2 t/año) como sus características (C/N≈29), permiten su empleo sin necesidad de llevar a cabo nuevos cálculos. Además, el estudio previo realizado por la ETSIIAA, ha demostrado que las

características de los compost elaborados con paja o con yacija como estructurante, no muestran grandes diferencias.

## 11. EVALUACIÓN DE LA MADUREZ

El concepto de calidad del compost es difícil de definir, ya que deben considerarse distintos aspectos y puede ser, además, bastante subjetivo. La calidad del compost vendrá definida por la consideración de distintas propiedades y características para asegurar un destino al producto, la protección del entorno y los requerimientos legales y del mercado.

Para que los efectos de la aplicación del compost sean positivos, éste debe ser lo suficientemente maduro, es decir, estable, de lo contrario la materia orgánica poco estabilizada seguirá el proceso de descomposición en el suelo pudiendo provocar problemas. Para evitar estos posibles efectos negativos se hace necesaria la evaluación de la madurez de un compost.

La estabilidad biológica se define como el grado hasta el cual la materia orgánica fácilmente biodegradable se ha descompuesto. Los compost estables respiran a bajas velocidades.

La madurez, actualmente, se considera como ausencia de fitotoxicidad, producida por determinados compuestos orgánicos fitotóxicos (amoníaco, ácidos orgánicos...). Por tanto, este parámetro se relaciona solo con la respuesta vegetal.

Debido a esta complejidad para definir estos parámetros, la legislación española, en el RD 999/2017, marca una serie de parámetros que deben cumplir los productos para ser considerados como compost o como vermicompost, según sea.

**Tabla 8: Requisitos mínimos de productos para ser considerados compost o vermicompost (RD 999/2017)**

PARÁMETRO	COMPOST	VERMICOMPOST
Materia orgánica (%)	35	30
Humedad máxima (%)	40	40
Relación C/N	< 20	< 20
Piedras y gravas (5 mm)	< 2%	-
Impurezas ( $\emptyset > 2$ mm)	< 1,5%	-
Tamaño	90% de partículas pasan por malla de 25 mm	90% de partículas pasan por malla de 25 mm

Además, en función del nivel de metales pesados contenidos en los productos fertilizantes obtenidos, estos se clasificarán en 3 categorías o clases (A, B o C).

**Tabla 9: Límites de concentración de metales pesados (mg/kg) (RD 999/2017)**

METALES PESADOS	Límite de concentración (mg/kg sobre MS)		
	CLASE A	CLASE B	CLASE C
Cadmio	0,7	2	3
Cobre	70	300	400
Níquel	25	90	100
Plomo	45	150	200
Zinc	200	500	1.000
Mercurio	0,4	1,5	2,5
Cromo (total)	70	250	300

Las características, propiedades y calidad, tanto de un compost como de un vermicompost, dependen de la naturaleza del residuo orgánico empleado, el sistema y la escala del proceso y los parámetros de control del mismo (duración, especie de lombriz usada, desarrollo de poblaciones de microorganismos...) y de la fase de maduración.

No existe un único método para determinar la madurez que sea aceptado de forma generalizada, a partir de un dato físico, químico o biológico. Entre los distintos métodos existen algunos rápidos, pero poco fiables, y otros más complejos. Pero es la combinación de varios de estos métodos lo que se considera como el mejor sistema para determinar la madurez de un compost.

## 11.1. Madurez física

### A. Olor

El olor propio de algunos residuos es causado, entre otros compuestos, por ácidos orgánicos de bajo peso molecular. El compost maduro debe tener ausencia de olor desagradable y debe tener un olor similar a la tierra húmeda, producido por la “*geosmina*”.

### B. Color

Durante el proceso de compostaje, el material sufre un proceso de oscurecimiento, a causa de reacciones de humificación de la materia orgánica. El mayor grado de oscurecimiento depende de las materias primas iniciales.

### C. Temperatura

La temperatura es empleada como parámetro de control durante el compostaje, siendo reflejo de la actividad de los microorganismos. Por ello, un compost que mantiene su temperatura estable se considera maduro, ya que la actividad microbiana ha descendido. La medida directa de temperatura no es un parámetro muy fiable, por ello se emplea el “*test de autocalentamiento*”

Este mide el incremento de temperatura producido por la actividad microbiana de una muestra en unas condiciones determinadas dentro de un recipiente aislado térmicamente. Se realizan medidas periódicas a lo largo de 9 días. Los resultados se clasifican en función del incremento de temperatura neta.

**Tabla 10: Clasificación de la estabilidad según el Test de autocalentamiento (MIMAM, 2005)**

<b>Incremento máximo de T<sup>a</sup></b>	<b>Grado</b>	<b>Tipo de compost</b>
<b>&lt; 10°C</b>	V	Estable
<b>10-20°C</b>	IV	Estable
<b>20-30°C</b>	III	Activo
<b>30-40°C</b>	II	Activo
<b>&lt; 40°C</b>	I	Fresco

En el vermicompostaje, al ser un proceso mesófilo, este dato no es empleado.

#### **D. Peso específico**

Este parámetro se incrementa a medida que se desarrolla el compostaje, por la reducción de volumen de la masa.

#### **E. Absorbancia de extractos acuosos**

A partir de extractos acuosos obtenidos de la fase sólida del compost, se mide la absorbancia a distintas longitudes de onda. La relación entre estas diferentes longitudes, da información sobre la evolución del proceso y la estabilidad del compost. Un aumento de la densidad óptica revela madurez, ya que el carbono extraíble (sustancias húmicas en general) tendrá un mayor porcentaje de ácidos húmicos (más oscuros) respecto a ácidos fúlvicos (más claros).

## 11.2. Madurez química

### A. Relación C/N

Es el método tradicionalmente más usado, siendo sencillo y rápido. Además, se emplea para hacer el seguimiento de la evolución del compostaje a partir del valor inicial. Un compost se considera maduro cuando su relación C/N es inferior a 20 y lo más próxima a 15 posible.

### B. DQO

Se basa en una oxidación con dicromato potásico, valorándose a continuación con sulfato ferroso amónico. Es un método rápido y simple. Un compost puede considerarse estable si la DQO de su extracto acuoso es inferior a 700 mg O<sub>2</sub>/100 g

### C. pH

Al igual que otros métodos, el pH se emplea también como parámetro de seguimiento de la evolución del proceso. Un compost está maduro cuando su pH se encuentra próximo a la neutralidad. Por debajo de 7 puede ser síntoma de anaerobiosis y, por tanto, falta de madurez.

### D. Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

Este parámetro da idea de la potencialidad en la retención de nutrientes y capacidad de inmovilización de sustancias fitotóxicas, así como la posibilidad de amortiguar cambios súbitos de pH, por parte del compost. También informa de la estabilidad de su materia orgánica. Se puede emplear como parámetro de evolución del proceso, ya que aumenta a medida que aumenta la estabilidad de la materia orgánica. Esto ocurre porque el incremento en el grado de polimerización provoca un aumento de la superficie específica de las macromoléculas y un aumento progresivo de los grupos carboxílicos.

### E. Ratio N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

Se considera que cuando en el compost aparecen cantidades considerables de nitratos o nitritos este es suficientemente maduro. Esto se debe a que

durante la fase termófila la nitrificación esta inhibida. Un valor inferior a 0,16 es indicativo de madurez.

#### **F. Conductividad eléctrica**

No es un parámetro de madurez, pero sí que indica la calidad del producto. Valores demasiado altos serán indicativo de salinidad alta. Valores entre 1.500-2.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  son los más adecuados.

#### **G. Índice de humificación**

Los ácidos alifáticos de cadena corta producidos durante la descomposición activa de los compuestos orgánicos tienen efectos adversos en el desarrollo vegetal. La cantidad y calidad de ácidos húmicos y fúlvicos, que son moléculas de alto peso molecular, y su relación en porcentaje son indicativo de madurez del producto por polimerización y mineralización de las moléculas. Un mayor contenido en ácidos húmicos revela mayor desarrollo del compost.

### **11.3. Madurez biológica**

#### **A. Test de respirometría**

El test se basa en la medida del consumo de  $\text{O}_2$  por parte de los microorganismos en una suspensión preparada con una muestra de compost. Si el compost no está suficientemente estabilizado el consumo de  $\text{O}_2$  será elevado. Si el producto está estabilizado, el consumo de  $\text{O}_2$  será menor.

Es un método con gran aceptación, pero tiene cierta dificultad, especialmente porque los tiempos de incubación son relativamente lentos y se necesita de equipos adecuados.

#### **B. Test de fitotoxicidad**

Se basan en el efecto negativo que provoca la aplicación de compost "inmaduros" sobre la germinación de las semillas debido a la presencia de compuestos fitotóxicos en estos productos.

El método más conocido es el “Índice de Germinación de Zucconi”. En él, se obtiene un extracto líquido del compost con el que se incuban las semillas en placa *petri*, empleando otra con agua como testigo. Un compost se considera maduro cuando su “índice de germinación” es superior al 90%.

### C. Análisis de parámetros bioquímicos

Se estudian las variaciones que experimentan ciertos parámetros bioquímicos como son la actividad enzimática (enzimas hidrolíticas) o la concentración de ATP. Estos parámetros tienden a decrecer con el tiempo de compostaje.

Son métodos más actuales, con buenos resultados, pero que necesitan de mano de obra cualificada, sofisticación del material empleado, que conlleva un elevado coste de estas pruebas.

Tabla 11: Cuadro resumen de métodos para determinar la madurez

<b>MÉTODOS FÍSICOS</b>	Olor
	Color
	Temperatura
	Peso específico
	Absorbancia
<b>MÉTODOS QUÍMICOS</b>	Relación C/N
	DQO
	pH
	CIC
	Conductividad eléctrica
<b>MÉTODOS BIOLÓGICOS</b>	Índice de humificación
	Test de respirometría
	Test de fitotoxicidad
	Análisis de parámetros bioquímicos

## 12. PROCESO PRODUCTIVO

La planta de compostaje-vermicompostaje va a tratar anualmente un volumen de 4.000 toneladas de estiércol de conejo, empleando como estructurante 7.200 kg de yacija (viruta + pelo de conejo) y 850 toneladas de paja de cereal.

Se ha diseñado un proceso productivo consistente en una línea inicial de fase activa de compostaje (con pilas volteadas), en la que se realizará la preparación del material para una segunda fase, en la que se llevarán a cabo dos procesos de forma paralela, en dos líneas productivas distintas y separadas: una maduración en pilas de compostaje y un vermicompostaje.

La razón de dicho diseño se debe al cumplimiento de dos objetivos: por una parte, la diversificación del producto final, que permite mayor adaptación y robustez frente a un mercado amplio y muy exigente y, por otro lado, la necesidad de un pre-compostaje del material necesario para el proceso de vermicompostaje. Esto obliga a tener una fase previa en la que el material será higienizado y estabilizado, evitando aumentos excesivos de la temperatura del material o concentraciones elevadas de ciertas sustancias, que pueden comprometer la supervivencia de las lombrices.

Según las necesidades o estrategias del productor, el producto obtenido en la fase activa se podrá destinar a una maduración para obtener compost o conducirse a una línea de vermicompostaje, cuyo producto final será humus de lombriz.

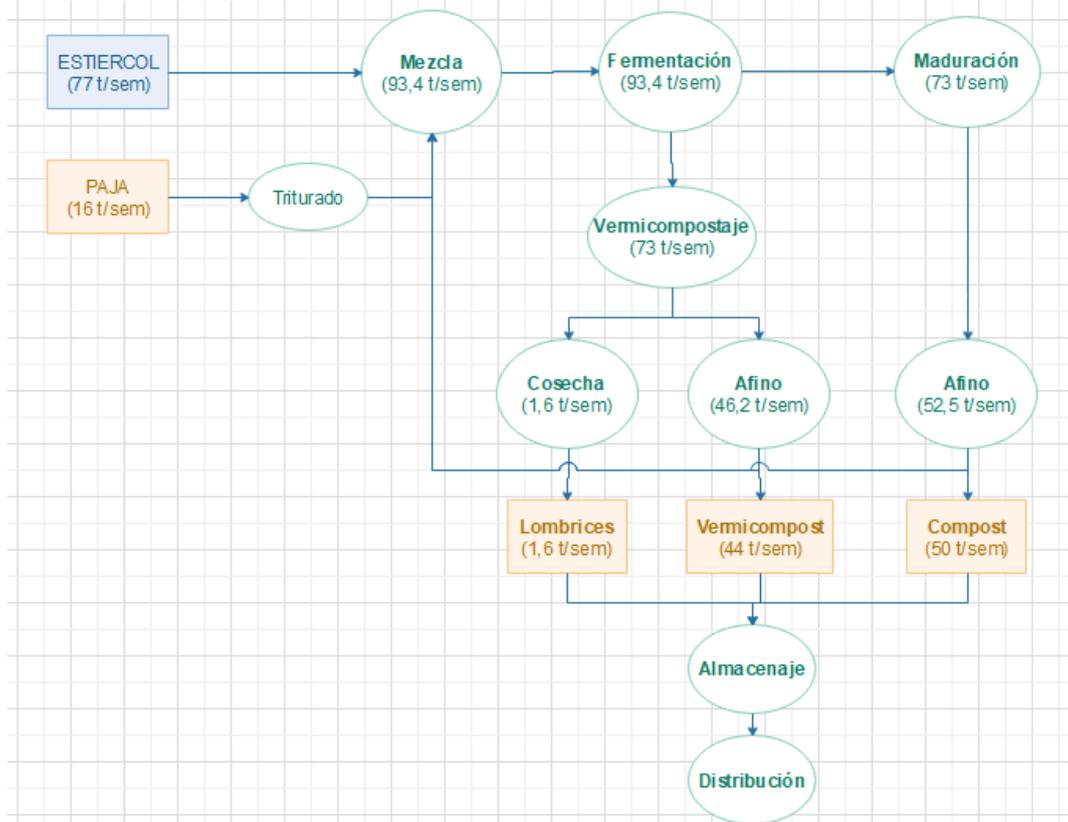


Imagen 10: Diagrama de flujo del proceso productivo

## 12.1. Pretratamiento

En esta fase se incluyen tanto las acciones de recepción y almacenamiento de las materias primas como las de acondicionamiento de las mismas para el resto de proceso.

Como se ha indicado previamente, el residuo principal que se va a tratar en la planta es el estiércol producido en la explotación ganadera, empleando como estructurante paja de cereal. Además, con el fin de eliminar la yacija y, como la cantidad de esta es muy escasa para servir como estructurante, se añadirá a la mezcla.

El estiércol es retirado semanalmente y acumulado en un foso anexo a las propias instalaciones. La yacija se retira al final de cada ciclo, que es de 40 días aproximadamente, acumulándose en el “almacén de estructurantes”, que servirá además como almacén para la maquinaria.

El acopio de la paja de cereal se realizará a través de los agricultores locales. Se adquirirá en los momentos en que su precio esté más bajo, acumulándose en la

propia instalación. Se almacenará en el “almacén de estructurantes”, con una separación de la yacija, evitando su mezcla.

Por ello, el almacén tendrá una capacidad de un tercio de requerimientos de paja anual, que es de 283 t. Con el fin de reducir los requerimientos de superficie de almacenaje, la acumulación de paja se hará en forma de pacas, cuya compactación es mayor y, por tanto, el volumen ocupado es menor. De este modo, el volumen necesario será de 726 m<sup>3</sup>. El nivel de apilamiento máximo será de 3,5 metros, para facilitar el trabajo de la maquinaria, con unas necesidades de espacio de 312 m<sup>2</sup>, considerándose un incremento del 10% como factor de seguridad.

El factor de la granulometría es determinante en el desarrollo y evolución del compostaje. Por ello, la paja se triturará, empleando una mezcladora que desmenuzará la paja, para conseguir unas características homogéneas, aproximadamente de 50 mm, a la vez que lo mezcla con el estiércol. Esta operación se llevará a cabo en la era de fermentación y, posteriormente, se formará la pila de compostaje.

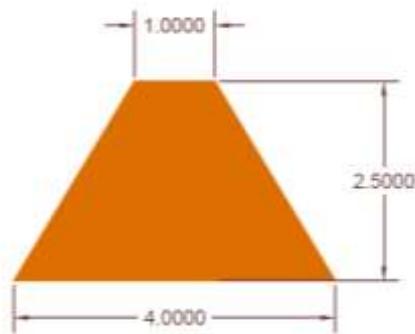
En el apartado “4. *Materias primas*”, se han calculado los pesos de cada una de las materias primas de la mezcla. Semanalmente se mezclarán 77 t de estiércol con 16,5 t de paja, que actuará como estructurante, obteniéndose un volumen de 161,70 m<sup>3</sup> de masa a compostar. El movimiento del material se hará con una pala tipo cazo, acoplada al tractor. El estiércol se transporta desde su lugar de almacenamiento, en la fosa de estiércoles de la propia granja.

Se comprobará que la homogeneización es adecuada y se medirá la humedad (empleando una sonda) y la temperatura, para corroborar que están dentro de los márgenes óptimos. En caso de no llegar a la humedad necesaria, se añadirá agua de lixiviados hasta alcanzar el rango óptimo. Estos valores quedarán registrados para ser posteriormente informatizados y almacenados.

Se tomará una muestra representativa de cada materia prima y de la mezcla inicial para ser analizada en laboratorio, en cada una de las pilas que se prepare.

## 12.2. Fermentación

Semanalmente se formará una nueva pila de fermentación de aproximadamente 162 m<sup>3</sup> de material. Estas tendrán estructura trapezoidal, una altura de 2,5 m y una anchura en la parte inferior de 4 m y 1 metros en la superior. Estos son valores medios, que permiten alcanzar las temperaturas adecuadas de higienización sin comprometer la aireación de la masa por un excesivo apelmazamiento.



**Imagen 11: Dimensiones de la pila de fermentación**

El apilamiento inicial se realizará con la mezcladora, ayudándose de la pala y la volteadora cuando así lo requiera, como se ha indicado anteriormente. A partir de la sección que se ha definido de la pila y el volumen acumulado de estiércol y estructurante, la longitud de la pila semanal será de 22 m, con una superficie ocupada por la misma de 86,6 m<sup>2</sup>.

**Tabla 12: Características de las pilas de fermentación**

PARÁMETRO	VALOR
Peso (t)	93,27
Volumen (m <sup>3</sup> )	161,70
Superficie (m <sup>2</sup> )	86,6
Dimensiones (hxaxL)	2,5x4x22
Humedad (%)	62,50
Densidad (t/m <sup>3</sup> )	0,58
C/N	29,86
Duración (sem)	7

La fase activa del compostaje se realizará mediante volteos periódicos. Estos se llevarán a cabo semanalmente, desplazando horizontalmente cada pila en el proceso, haciéndola avanzar.

La duración estimada de la fermentación mediante pilas volteadas es de aproximadamente 7 semanas, durante las cuales permanecerá la masa en la era de fermentación, con los volteos a realizar. Por lo tanto, los requisitos mínimos de superficie para esta área serán de 607 m<sup>2</sup>.

$$S_{min} = 86,6 \text{ m}^2 \times 7 \text{ pilas}$$

$$S_0 = 606,2 \text{ m}^2$$

El apilamiento se comenzará por el lado este, el más próximo al almacén de estructurantes. De este modo el tractor recorrerá la mínima distancia posible y, además, solo tendrá que llegar al borde de la playa de fermentación, no viéndose obstaculizado por el resto de pilas ya formadas. El avance progresivo de las pilas, movidas por la volteadora, irá liberando semanalmente esta superficie, para la acumulación del nuevo material a compostar, formando una nueva hilera. Cuando la pila haya finalizado la fase activa, habrá llegado al lado opuesto de la playa de fermentación, pudiéndose retirar.

El volteo de las hileras se realizará con la ayuda de una volteadora que se encargará de trasladar el material de un mismo lote a la hilera siguiente una vez a la semana. La volteadora se acoplará al tractor circulando en paralelo a las pilas. Cuando la máquina avanza por la hilera, la volteadora trasladará el material de una hilera a la siguiente, por lo que el equipo circula hacia atrás, sin ningún contacto de sus ruedas con el material. De este modo, cada vez que realiza un volteo entero de una hilera, volverá al punto de inicio y empezará a voltear la siguiente. El equipo de volteo asegurará que en la solera no se quede ninguna capa de material sin voltear.

Con estos volteos periódicos se conseguirá una homogeneización de la masa, permitiendo la oxigenación de todo el material y garantizando que todos los componentes pasen por el centro de la pila, asegurando una adecuada higienización. Además, al aumentar la frecuencia de los volteos, se consigue acelerar la fermentación, reduciendo el periodo de tiempo necesario.

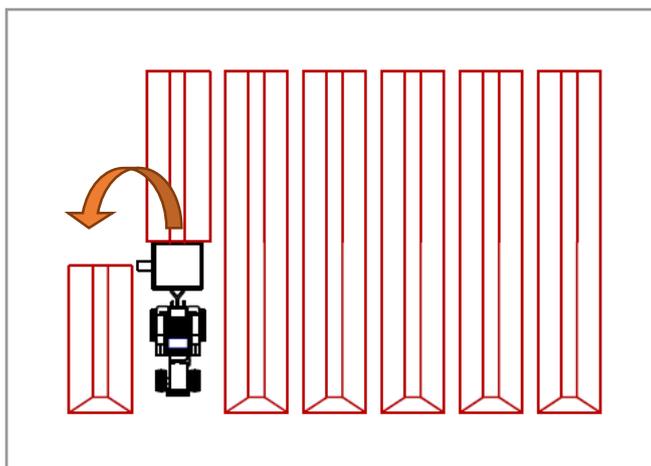


Imagen 12: Avance de las pilas de fermentación mediante la volteadora

Tabla 13: Control de parámetros y frecuencia durante la fase activa

PARÁMETRO	FRECUENCIA	NIVEL ACTUACIÓN	EQUIPO	INFORMACIÓN
HUMEDAD	Diaria	< 50 o > 60%	Sonda de humedad	Activar riego o voltear
TEMPERATURA	Diaria	> 65°C	Sonda T <sup>a</sup> y O <sub>2</sub>	Volteo
AIREACIÓN	Diaria	< 5% O <sub>2</sub>	Sonda T <sup>a</sup> y O <sub>2</sub>	Volteo
PH	Semanal	6-7,5	Medidor de pH	Inferior a 7,5 para reducir pérdidas de N

Diariamente se medirá la temperatura, humedad y oxígeno en varios puntos de la mezcla, anotando los valores en una hoja de registro. La medida de temperatura se realizará mediante lanzas de control provistas de termopares. Cada lanza de control de temperatura dispondrá de tres puntos de control permitiendo la obtención de valores de temperaturas a diferentes profundidades de la pila.

Se considera que durante el volteo se puede perder hasta un 10% del contenido en humedad del material. Por ello, y como se indica en el Anexo VII.III relativo a la "Instalación de riego", se deberá aportar una cantidad que lo restituya. El riego se hará previo al volteo, con el fin de que este movimiento facilite el mezclado y garantice un contenido en humedad homogéneo en toda la masa. Para ello, el agua se aplicará mediante 4 aspersores dispuestos en el suelo, con un marco de 11x15 m. Estos irán sobre portaspersores de 1,5 m de altura, facilitando de este modo que el agua llegue a todos los puntos de las pilas.

Hasta el momento de alcanzar la temperatura de higienización, anteriormente descrita, el riego se puede hacer aprovechando el agua de los lixiviados. Cuando se haya superado la fase termófila, solo se podrá emplear el agua de lluvia recogida en la balsa de pluviales, o de la red, en caso de que esta agua no sea suficiente. Para ello, la línea de riego más próxima al almacén de estructurantes regará con agua de la balsa de lixiviados. La otra línea solo regará con agua de la balsa de pluviales.

Finalizada la etapa de fermentación, cuando la temperatura se estabiliza, el compost es trasladado a la siguiente fase. Como se ha indicado anteriormente, se van a realizar dos procesos de forma paralela: por un lado, maduración del compost fresco para conseguir su estabilización y obtener un compost de adecuadas características; por otro lado, vermicompostaje para lograr humus de lombriz. El envío del compost fresco a cada una de las líneas de proceso se realizará de forma alterna cada semana.

Se consideran unas pérdidas durante esta fase del 40% de la materia inicial. Por lo tanto, a las 7 semanas del proceso de fermentación, de cada pila se obtendrán, aproximadamente, 73 toneladas de compost fresco.

### **12.3. Maduración**

El proceso de maduración para obtener compost solo se llevará a cabo con la mitad de los residuos que han sido fermentados. Por ello, aunque semanalmente se forman pilas para la fase activa, en el caso de la maduración, las pilas se realizarán cada dos semanas.

Al igual que en la etapa anterior, el material se transportará mediante una pala mecánica. Este se apilará, formando hileras con forma trapezoidal de menor altura que en la fase activa, de 1,5 metros, manteniéndose la anchura, tanto en la parte inferior como superior. De este modo, cada dos semanas se formará una pila de 98 m<sup>3</sup>, aproximadamente, y una longitud de 22 metros. Estas se apilarán en 4 hileras paralelas, enfrentadas a otras 4 hileras en similar disposición, en un total de 8.

**Tabla 14: Características de las pilas de maduración**

PARÁMETRO	VALOR
Peso (t)	73,0
Volumen (m <sup>3</sup> )	97,4
Densidad (t/ m <sup>3</sup> )	0,75
Superficie (m <sup>2</sup> )	86,6
Dimensiones (hxaxL)	1,5x4x21,6
Duración (sem)	16

Esta fase tendrá una duración de 4 meses (16 semanas), con el fin de asegurar una adecuada estabilización del compost, obteniéndose un producto final con las máximas garantías de calidad. Por lo tanto, la superficie necesaria para acumular todo el compost será el resultante de la mitad de los 4 meses, es decir, el de 8 semanas, ya que se acumulará material en semanas alternas.

$$S_{min} = 86,6 \text{ m}^2/\text{sem} \times 8 \text{ sem}$$

$$S_{min} = 693 \text{ m}^2$$

Durante esta fase no será necesario el volteo de las pilas ni un control tan exhaustivo como en la etapa anterior. Aun así, el seguimiento de los parámetros deberá seguir haciéndose, pues el proceso continúa. En caso de ser necesario, se intervendrá en el proceso, ya sea removiéndolo mecánicamente o regándolo.

**Tabla 15: Control de parámetros y frecuencia durante la fase de maduración**

PARÁMETRO	FRECUENCIA	NIVEL ACTUACIÓN	EQUIPO	INFORMACIÓN
HUMEDAD	Semanal	< 30 o > 40%	Sonda de humedad	Regar
TEMPERATURA	Semanal	Superior a la temperatura ambiente	Sonda T <sup>a</sup> y O <sub>2</sub>	Voltear o regar
AIREACIÓN	Semanal	< 5% O <sub>2</sub>	Sonda T <sup>a</sup> y O <sub>2</sub>	Voltear

Al final de esta fase se producen unas pérdidas estimadas del 40% del volumen inicial. Por tanto, de las 73 toneladas procedentes de la fermentación se obtendrán aproximadamente 52,5 toneladas de producto final, teniendo también en cuenta un ligero aumento de la densidad del material.

#### 12.4. Vermicompostaje

Al igual que en el caso de la fase de maduración, cada dos semanas llegarán a la zona de vermicompostaje 73 t de compost sin estabilizar, que servirá de alimento para las lombrices (*Eisenia fetida*).

El vermicompostaje se desarrollará en unos invernaderos diseñados para tal actividad. Serán del tipo “multicapilla”, con una anchura de 12 metros y una altura máxima de 4 metros. Cada uno de ellos dispondrá de 2 literas de forma paralela y un pasillo lateral de 2 metros. Estarán separadas por un pasillo de 4 metros. La cubierta del invernadero será de polietileno térmico con coloración verde, que permitirá el paso de luz, pero de forma tenue. Se podrá abrir y cerrar para regular las temperaturas a lo largo del año, garantizando un incremento de temperatura en invierno respecto al exterior e impidiendo la superación de temperaturas extremas en verano, mediante una adecuada ventilación.

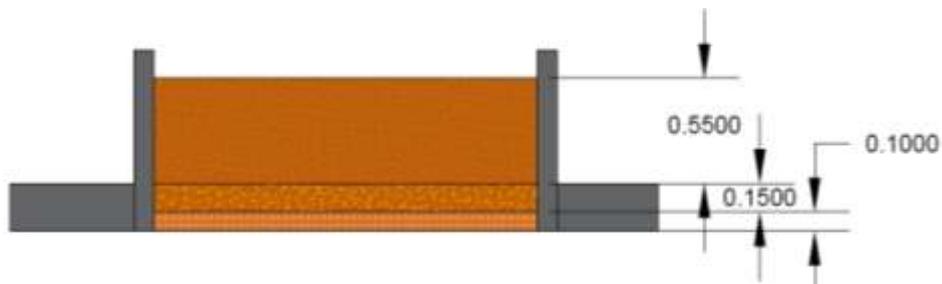
Este se transportará mediante una pala de tractor frutero, que al ser de menor dimensión será capaz de acceder a los invernaderos, donde formará caballones con el material. Sobre el mismo, se aplicará la población de lombrices, que, mediante su actividad metabólica, transformarán el compost fresco en humus de lombriz. La acumulación de material tendrá una altura de 0,55 metros, para evitar condiciones

termófilas por un exceso de apilamiento. La anchura será de 2 metros. Se tiene así una sección de 1,1 m<sup>2</sup>. Si cada quince días llegan 97 m<sup>3</sup> de residuos, la superficie ocupada por el mismo es de 88,5 m lineales, aproximadamente.

El sistema de producción elegido es el de literas, tanto por su sencillez como por ser el que mejor se adapta a la alta cantidad de residuo que debe tratarse.

El residuo, proveniente de la fase activa, se depositará en 16 hileras. Cada dos semanas llegará compost fresco nuevo, que se irá acumulando en el caballón, de forma anexa al anterior. Se iniciará por el lado con una mayor altura relativa, permitiendo de este modo que los lixiviados del material más maduro caigan sobre el fresco y no al revés, facilitando las operaciones.

Según la época del año la aplicación será de una forma u otra. Durante la mayor parte del año, cuando las temperaturas diarias pueden bajar de 10°C, se apilará material hasta alcanzar la altura de 0,55 m, avanzando 5,5 metros lineales. En la época estival, cuando el riesgo de temperaturas altas es mayor, la altura alcanzada en cada apilamiento será de solo 0,25 m, avanzando 11 m lineales. La siguiente aplicación de compost fresco, a los 15 días siguientes, se hará sobre este material ya tratado, alcanzando los 0,55 m de altura. La razón de esta variación, es que durante el verano los riesgos de alcanzar temperaturas excesivamente altas son mayores, mientras que, en los meses más fríos, el mayor apilamiento beneficia el mantenimiento de temperaturas adecuadas en el sustrato, favoreciendo el metabolismo de las lombrices.



**Imagen 13: Dimensiones de la litera de vermicompostaje**

De este modo, con ambos sistemas, las lombrices dispondrán de material fresco y se irán desplazando horizontalmente, dejando detrás de sí el humus estabilizado y maduro. Así, pasado el periodo necesario para el tratamiento del compost fresco por las lombrices, se podrá empezar a recoger el humus de lombriz por el lado contrario al que se deposita el residuo. Esto asegura que la mayor parte de las lombrices se encuentren en el material más fresco y con mayor contenido de nutrientes. Además, la alimentación semanal, con nuevo alimento sin estabilizar, favorece el potencial reproductivo de las lombrices.

Teniendo en cuenta que la densidad óptima es de 30.000 lombrices por m<sup>2</sup> y un porcentaje estimado de adultas del 40%, habrá aproximadamente 12.000 lombrices por metro cuadrado consumiendo el residuo. Se considera que cada individuo adulto es capaz de consumir diariamente el equivalente a su peso. Este se tasa en aproximadamente 0,55 g. Por motivos de seguridad y con el fin de asegurar un plazo de maduración adecuado, se supone que las lombrices son capaces de consumir solamente el 75% de su peso. A partir de las estimaciones anteriores, la biomasa de lombriz será de 6,6 kg/m<sup>2</sup>, que tratarán diariamente 4,95 kg/m<sup>2</sup>.

Considerando una densidad del compost fresco de 0,75 t/m<sup>3</sup>, el peso del material procedente de la fase activa será de 73 toneladas. Si por cada metro cuadrado de superficie hay 0,41 t de compost, la superficie ocupada por el material es de 176 m<sup>2</sup> y el consumo del mismo por las lombrices es el anteriormente descrito (4,95 kg/m<sup>2</sup>·día), necesitarán de 83 días (12 semanas) para su tratamiento.

$$M_s = \frac{73 \text{ t}}{176 \text{ m}^2} = 0,41 \text{ t/m}^2$$

$$t = \frac{410 \text{ kg/m}^2}{4,95 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{d}} = 82,8 \text{ d}$$

Como método de seguridad y para conseguir una buena maduración del humus, el cálculo se hace para 14 semanas de tratamiento. Por motivos de facilidad para el trabajo en la aplicación del compost fresco en los caballones, la distribución del riego y para cuadrar las entradas y salidas con el humus de lombriz, se instalarán 16 caballones. Estos tendrán unas dimensiones de 39 metros de largo con una superficie ocupada de 78 m<sup>2</sup> y un total de 1.240 m<sup>2</sup>.

Los caballones estarán contruidos con ladrillos apilados. Tendrán una base enterrada parcialmente en el suelo, con una base de tela plástica para aislar el material en descomposición del suelo. Sobre ella irá una capa de 10 cm de arena y gravas que favorezca la permeabilidad y conducción de los lixiviados. Tendrán una inclinación del 1%, lo que favorecerá la conducción de los lixiviados hacia una arqueta, donde serán recogidos. Encima de esta se aportará una capa de 15 cm de suelo, que entrará en contacto con el residuo. Las literas se cubrirán con malla de sombreado, que reducirá la incidencia de la luz solar y evitará la entrada de posibles depredadores (Imagen 13).

Las pilas se inocularán con poblaciones de lombrices de la propia explotación en una densidad inferior a la óptima (5.000 lombrices/m<sup>2</sup>)<sup>4</sup>, para permitir su rápida multiplicación. El ciclo de la lombriz es de aproximadamente 60 días y su tasa de reproducción de casi dos veces y media. Por lo tanto, se puede considerar que cada dos meses la población se duplica, obteniéndose un excedente de individuos, que pueden comercializarse o emplearse para nuevas inoculaciones.

---

<sup>4</sup> Se incluyen tanto adultos como juveniles y cocones

De este modo, si se supone una capacidad de multiplicación de 2,3 veces cada dos meses, los ciclos de reproducción anual serán de 6, siendo su incremento anual de casi 14 veces el inicial. A partir de una densidad de 12.000 individuos adultos por metro cuadrado se obtendría una producción de 165.000 individuos. El total de la explotación es de 1.240 m<sup>2</sup> de hileras, por lo que la producción total alcanzaría más de 200 millones de individuos. Con un peso medio estimado, tanto de adultos como jóvenes, de 0,40 g/individuo, la producción de biomasa de lombriz anual será superior a los 82 t. Solo una pequeña parte de este total es necesario para el auto-abastecimiento de la propia explotación, siendo el resto comercializable. Debe considerarse que estos cálculos están estimados para individuos adultos, que son los sexualmente activos y que suponen menos del 50% del total de individuos (que no de biomasa). La cantidad obtenida, entre adultos y jóvenes puede ser bastante superior.

Se debe llevar a cabo un control exhaustivo de las condiciones del medio donde se desarrollan las lombrices, ya que estas son más sensibles que los microorganismos implicados en el compostaje.

**Tabla 16: Control de parámetros y frecuencia durante la fase de vermicompostaje**

PARÁMETRO	FRECUENCIA	RANGO ÓPTIMO	INFORMACIÓN
<b>HUMEDAD</b>	Diaria	70-90%	Regar o drenar
<b>TEMPERATURA</b>	Diaria	18°-28°C	Regar o reducir cantidad añadida si aumenta la T <sup>a</sup>
<b>AIREACIÓN</b>	Diaria	55-65%	Riesgo por exceso de riego. Remove.
<b>PH</b>	Semanal	7-8,5	Por encima de 7 para evitar plagas
<b>DENSIDAD DE POBLACIÓN</b>	Semanal	20.000-30.000 individuos/m <sup>2</sup>	Con alimento suficiente se autorregulan
<b>MADUREZ</b>	Semanal	60% juveniles/40% adultos	Indica buen estado de salud
<b>TASA DE REPRODUCCIÓN</b>	Quincenal	>500 cápsulas (70% eclosión)	Indica potencial como fuente para nuevas inoculaciones

El nivel de humedad se mantendrá dentro de los parámetros objetivo mediante la aplicación de riegos periódicos. Para ello se instalará un sistema de riego por aspersión, que conserve la saturación de la masa sin que llegue a encharcarse.

Debe considerarse que, previo a la inoculación de las lombrices en el residuo de la fase de fermentación se llevará a cabo un estudio de supervivencia (P50L). Con ello se pretende conocer la capacidad de adaptación de las lombrices al sustrato y la densidad de la población que este puede sostener, que se trasladará al resto del proceso. Esta operación solo será necesaria cuando se modifique el sustrato.

Semanalmente se deben hacer seguimientos del estado de la masa en descomposición, prestando especial atención a la densidad de población. A partir del 80% de saturación, las lombrices comienzan a dejar de reproducirse, por lo que se deberá prestar atención a la existencia o no de huevos. Cuando se llega a este límite, el "proceso de tratamiento del residuo" se encuentra próximo a su máximo, por lo que en ocasiones será recomendable hacer una cosecha o extracción de parte de los individuos, para favorecer su capacidad de reproducción. Esta operación se puede llevar de forma periódica, no solo al final del tratamiento, cuando se retira el humus.

Para asegurar una retirada adecuada de la población de lombrices, se empleará la técnica del "*lomo del toro*". Dicho método consiste en colocar una hilera de alimento fresco en el lateral del caballón, previa colocación sobre el material estabilizado de una malla. Las lombrices se desplazarán hacia este alimento fresco. A los dos días se puede retirar la malla con el material y la población de lombrices. Esta operación debe repetirse al menos 2 o 3 veces para asegurar una buena retirada de las lombrices. Puede llevarse a cabo solo al final del proceso de vermicompostaje o de forma periódica durante el mismo, si la densidad de lombrices es superior a la óptima ( $\approx 25.000$  individuos/m<sup>2</sup>).

Durante esta fase del proceso, se estima un porcentaje de mermas del 40% del peso de entrada, que es la cantidad de materia orgánica que incorporan las lombrices a su propio organismo. Por tanto, el producto final obtenido será de 46 toneladas, aproximadamente. De forma paralela y como subproducto del proceso, además del humus de lombriz, se produce un exceso de lombriz, ya mencionado anteriormente, que puede ser comercializable.

Se mantendrá un registro periódico de fecha de inicio de la hilera, fechas de administración de nuevo material, riegos, fecha de cosecha de humus o fecha de cosecha de lombrices, que posteriormente será informatizado.

## 12.5. Post-tratamiento

Concluidas las etapas de maduración y/o vermicompostaje, se obtiene un producto estabilizado, pero cuyas características no son las adecuadas para ser ofrecidas al consumidor. Por ello, el material debe sufrir un pos-tratamiento en el que se consigan unas características más homogéneas y atractivas para la venta.

La primera de las acciones a llevar será un tamizado del compost y vermicompost, para eliminar aquellos materiales de mayor tamaño, siguiendo los requerimientos de la normativa, que exige que el 90% del material pase por una malla de 25 mm y carezca de impropios.

Para ello se empleará una cribadora tromel que se alimentará empleando la pala del tractor. Esta separará las partículas mayores de 25 mm de las de menor tamaño. Las partículas mayores se retornarán al inicio del proceso, a la mezcla y preparación de la masa inicial. El material que queda en la parte inferior (< 25 mm) constituirá el producto final. En esta etapa se consideran unas pérdidas de volumen aproximadas del 5%. Una de las ventajas del compostaje por volteo es la reducción del tamaño de partícula por fragmentación física. Por ello, se considera que las pérdidas en el tamizado serán muy reducidas.

Por lo tanto, tras esta operación, se tendrá un volumen de producto final, de compost de 50 t y de vermicompost de 44 t.

Los requerimientos de tamizado son iguales para compost que para vermicompost. Por ello, se empleará la misma maquinaria para el cribado. Con el fin de evitar contaminación cruzada entre ambas, se limpiarán los equipos tras su uso.

En el caso del compost, el contenido en humedad estará dentro de los valores exigidos por la normativa (inferior al 40%). El vermicompost necesita un contenido en humedad más alto para el desarrollo de las lombrices. Por ello, el periodo que dicho material debe permanecer en las literas se ha sobredimensionado, para favorecer el descenso en su contenido en humedad antes de pasar al post-tratamiento. En caso de que el vermicompost continuara manteniendo una humedad superior al 40%, este se acumulará en la zona de recepción (previamente lavada) y se le realizarán sucesivos volteos con la volteadora (previamente lavada también) hasta que el contenido en humedad descienda.

Aunque estos productos ya podrían ser vendibles a granel, se considera que, debido a su calidad, es mucho más rentable su venta como producto ensacado.

Se empleará para ello una ensacadora. Como el producto final se va a vender en dos formatos diferentes, sacos de 30 kg y big-bags de 1.000 kg, se deberán adquirir dos ensacadoras diferentes.

Todas estas acciones se llevarán a cabo en la zona de almacenamiento, donde se habilitará un espacio adaptado para instalar el tamizador y las ensacadoras. De este modo, se reducen las distancias para realizar su transporte, y se evita la influencia de fenómenos meteorológicos, como la lluvia o el viento, que podrían interferir en dichas operaciones.

## 12.6. Almacenamiento

Una vez concluidas las fases anteriores y, con el producto ya ensacado, es necesario su almacenamiento. Esto se debe a que, aunque la producción de compost y vermicompost es continua en el tiempo, no lo es la demanda, mucho más estacional y concentrada en periodos concretos del año.

Por ello, es necesario disponer de unas instalaciones donde almacenarlo de manera que se pueda asegurar el mantenimiento de las características del producto final hasta su venta, sin riesgo de pérdida de su calidad.

La capacidad de almacenamiento será de al menos 3 meses de producción, especialmente referida al periodo estival, cuando su demanda es menor. Esto es, una capacidad de al menos 630 m<sup>3</sup>. El compost y vermicompost se almacenarán de forma separada, garantizando que no se pueda llegar a mezclar. Para ello se compartimentará la nave de almacenamiento. Considerando una altura máxima de 3 metros de apilamiento, la superficie necesaria mínima será de 232 m<sup>2</sup>.

La mitad del compost producido y todo el vermicompost, será vendido en forma de sacos de 30 kg. El resto de compost que no es envasado en sacos de 30 kg, se venderá en formato big-bags de 1.000 kg.

## 12.7. Recogida de lixiviados

Todas las instalaciones de la planta de compostaje tendrán una inclinación de al menos el 1% y estarán recorridas por unas canaletas perimetrales que recogerán los lixiviados producidos por los residuos durante el proceso. Estos líquidos deben ser almacenados y gestionados adecuadamente, evitando su llegada al medio ambiente, ya que son fuente de contaminación de suelos y aguas.

Por ello, en el punto de cota más bajo de la parcela y con el fin de aprovechar la gravedad para la conducción de los lixiviados, se instalará una balsa para su recogida, que será capaz de almacenar todos los líquidos generados. Esta tendrá unas dimensiones de 510 m<sup>3</sup>, con 18,5 m de largo, 14 m de anchura y una profundidad de 4 m.

De igual manera, y de forma paralela, pero a mayor altura, se construirá una balsa para la recogida de las aguas pluviales caídas sobre las instalaciones. Sus dimensiones quedan definidas por los siguientes valores 27x15 m y una profundidad de 5 metros, con un volumen total de 1.200 m<sup>3</sup>.

Ambos contarán con un equipo de bombeo independiente que permita el riego del compost aprovechando estas aguas y, en el caso de las aguas de proceso, su contenido en población microbiana y en nutrientes. Se instalarán en una caseta de riego,

para protegerlos de las inclemencias del tiempo. Esto queda detallado en los Anexos VII.II “Instalación de saneamiento” y VII.III “Instalación de riego”.

## 12.8. Consideraciones generales

La planta de compostaje dispone de dos accesos al exterior. La puerta más al sur, que se encuentra próxima al almacén de estructurante, permite el acceso de las materias primas y vehículos externos. Por su parte, la puerta norte, junto al almacén de producto, se empleará para dar salida a los productos para su venta. Con ello se pretende separar las materias primas del producto final, evitando el riesgo de contaminación cruzada y garantizando al máximo la higienización del mismo.

Además de estos dos accesos externos, habrá una tercera puerta que comunicará la granja con la planta de compostaje, permitiendo la conexión entre la fosa de estiércoles y la era de fermentación.

Se deberá llevar a cabo una limpieza de los equipos tras su uso, evitando contaminación cruzada entre las materias primas y el producto final. En caso de ser necesario realizar operaciones en el mismo día y en etapas consecutivas, se priorizarán siempre las tareas con productos estabilizados antes de las de material fresco.

Se hará un seguimiento de cada una de las pilas, con su correspondiente parte, donde se informará de: inicio y final de fase de fermentación, inicio y final de fase de maduración/vermicompostaje, volteos y fecha de los mismos, riegos, volumen aplicado y fechas de los mismos, origen de las lombrices y densidad de siembra, densidad de lombrices en lechos, fecha y número de lombrices en subdivisión de poblaciones, datos de temperatura, humedad y oxígeno y cualquier incidencia ocurrida (plagas, encharcamiento, sequedad...).

Se tomarán muestras de las materias primas, de la mezcla inicial y del producto final, que serán analizadas en laboratorio. Se controlarán los parámetros exigidos en legislación, que son: materia orgánica (MO), humedad (H), relación C/N (C/N), pH, conductividad eléctrica (CE), carbono orgánico ( $C_{org}$ ), nitrógeno total ( $N_t$ ), nitrógeno orgánico ( $N_{org}$ ), nitrógeno amoniacal ( $N-NH_4$ ), fósforo ( $P_2O_4$ ), potasio ( $K_2O$ ), ácidos húmicos (Ch) y granulometría.

La explotación carece de laboratorio y, por su tamaño, no es necesaria su instalación. Por ello, los análisis serán realizados por un laboratorio externo e independiente, con acreditación ENAC.

También se tomarán muestras de los lixiviados de forma periódica, con el fin de conocer las características de los mismos a la hora de ser aplicados sobre la masa.

La instalación de una estación meteorológica no es necesaria, ya que la producción de compost no alcanza las 6.000 t anuales que fija la normativa. Además,

se encuentra suficientemente alejada de cualquier núcleo de población como para afectar negativamente a la calidad del aire.

## 13. INSTALACIONES NECESARIAS

### 13.1. Instalaciones generales

El proceso de tratamiento de residuos mediante el sistema elegido necesita de una serie de instalaciones, distribuidas de tal forma que se optimicen las operaciones de trabajo, reduciéndose los gastos asociados y la contaminación derivada de tales acciones.

Por ello, la planta de compostaje se ubicará en la parcela anexa a la propia explotación, con unas dimensiones de 18.435 m<sup>2</sup>. Estará rodeado por una valla perimetral de torsión simple de acero galvanizado de 2 m de altura y con postes separados 3 m, que se extenderá 1.022 m y que limitará su acceso. Se dispondrá de un acceso general al exterior, con una línea de entrada de materias primas y otra de salida de productos, y estará comunicado también con la zona de la granja, con acceso a la balsa de estiércol y a la propia nave de producción, para transportar la yacija. Las puertas tendrán unas dimensiones de 8 m, permitiendo el acceso y tránsito de cualquier tipo de maquinaria.

La explotación dispondrá de los siguientes elementos, necesarios para el proceso:

- Almacén de estructurante
- Era de fermentación
- Nave de maduración
- Invernaderos de vermicompostaje
- Almacén de producto
- Balsa de lixiviados
- Balsa de pluviales
- Viales



Imagen 14: Disposición general de la planta de compostaje

Todos los datos de las edificaciones quedan recogidos y explicados en el Anejo VII.I. "Ingeniería de las obras" y en el Documento 2: Planos.

### 13.2. Instalaciones anexas

No es necesaria la realización de instalaciones anexas, ya que la granja dispone de todos los servicios de saneamiento, electricidad y oficina. Como la planta de compostaje se encuentra junto a la explotación agropecuaria y serán trabajadores contratados por la empresa o los propios promotores quien desarrolle las labores, todas estas acciones se llevarán a cabo en ella.

### 13.3. Equipos

Para el trabajo general, como es el movimiento de materiales y de la volteadora, se empleará un tractor de 90 CV, con una distancia entre ejes de 2,3 m y unas dimensiones de 3,7x1,8x2,6 m.



**Imagen 15: Tractor de 90 CV**

Para el trabajo en los invernaderos de vermicompostaje se adquirirá un tractor frutero, de menores dimensiones que el existente. Tendrá unas dimensiones aproximadas de 2,8x1,6x2,3 (LxAxh) y una potencia de 75 CV. Esto le permitirá trabajar de forma más cómoda en el interior de los invernaderos.



**Imagen 16: Tractor frutero de 75 CV**

Para los desplazamientos de material, se empleará una pala tipo cazo sobre-elevado, con capacidad de hasta 1.678L y una anchura de 2,40 metros. Los dos cilindros interiores que lleva, ofrecen una altura libre de carga de 60 centímetros más de altura de la pala.



**Imagen 17: Cazo sobre-elevado**

El tractor frutero empleará un cazo de menores dimensiones, adaptado al equipo y el espacio disponible. Tendrá una capacidad de 950L y una anchura de 2 metros.

Se empleará también un adaptador a la pala del tractor tipo horquilla mecánica para balas rectangulares, con una anchura de 1,78 m y una altura de 1,35 m. Permitirá tanto el movimiento de las pacas como de la paja suelta y de los paquetes de producto finalizado.



**Imagen 18: Horquilla mecánica para balas rectangulares**

Para el picado de la paja y la formación de la masa para el compostaje, adquirirá de una mezcladora con una potencia de 110 CV. Su capacidad de trabajo máxima es de 55 m<sup>3</sup>/h.



**Imagen 19: Mezcladora de paja**

Para el volteo del material durante la fase activa se empleará una volteadora. Este se acoplará a la toma de fuerza del tractor, con una potencia de 260 CV. Su velocidad máxima de operación es de 500 m/h y una capacidad de trabajo de hasta 2.000 m<sup>3</sup>/h.



**Imagen 20: Volteadora de compost**

Para el tamizado del producto final se llevará a cabo con una criba de tromel. Se basa en un tambor rotatorio inclinado con perforación determinada, que permite que los materiales más finos queden retenidos en su interior, a la vez que los materiales más

gruesos siguen su curso hasta el final del tambor. Se empleará una criba adaptada para el tratamiento de residuos. Esta es accionada por un motor diésel de 14 kW. Sus dimensiones son de 7,2x2,5x4,0 m (Lxaxh). Su capacidad de tratamiento máxima es de 35 m<sup>3</sup>/h.



**Imagen 21: Criba tromel**

El ensacado del compost o vermicompost ya tamizado, se hará empleando una ensacadora para los sacos de 30 kg. Sus dimensiones son de 2,3x0,5x2,4 m (Lxaxh). Su capacidad es de 100 sacos/hora y un motor de 1,1 kW.



**Imagen 22: Ensacadora**

Para el ensacado de los big-bags se adquirirá una tolva, con un espectro de big bags de 600-1.800 kg y una tolva de 2.000 L. La capacidad de trabajo puede ser de hasta 50 sacos/hora, en función de la aptitud de los operarios. Está adaptada a big-bags de 4 asas con bocas de carga de diámetros comprendidos entre 250-350 mm.



**Imagen 23: Tolva ensacadora**

**Tabla 17: Características de equipos de la explotación**

EQUIPO	DIMENSIONES (LxAxh)	POTENCIA	TRABAJO
<b>Tractor</b>	3,7x1,8x2,6	90 CV	
<b>Tractor frutero</b>	2,8x1,9x2,3	75 CV	-
<b>Cazo sobre-elevado</b>	0,91x2,4x1,03	-	1,7 m <sup>3</sup>
<b>Cazo tractor frutero</b>	0,91x2x0,87		0,903 m <sup>3</sup>
<b>Horquilla mecánica</b>	1,78x1,35 (Axh)	-	-
<b>Mezcladora</b>	6,8x2,5x3	110 CV	50 m <sup>3</sup> /h
<b>Volteadora</b>	2x4x3	260 CV	500 m/h (2.000 m <sup>3</sup> /h)
<b>Tromel</b>	7,2x2,5x4	14 kW	35 m <sup>3</sup> /h
<b>Ensacadora</b>	2,3x0,5x2,4	1,1 kW	100 sacos/h
<b>Tolva ensacadora</b>	2,5x1x3,2	2 kW	50 sacos/h

## 14. TIEMPOS DE OPERACIÓN

Los tiempos de operación se calcularán de forma semanal, a partir de las tareas que son necesario llevar a cabo de forma rutinaria.

Se hará un cálculo de las labores en cada una de las fases del propio proceso, a partir de las cuales obtener unos valores generales para toda la explotación.

### 14.1. Tiempo necesario por tareas

#### - Almacén de estructurante

Las labores a desarrollar en este edificio son 2, principalmente: recepción y acúmulo de la paja y traslado de la misma a la era de compostaje para la mezcla con el estiércol. La primera de las tareas será puntual, ya que la adquisición de la paja se hará

cuando más barata sea y la salida de yacija desde la granja será cada 40 días. Por ello, esta labor no se contabilizará de forma semanal, si no puntual.

Para la formación de la masa de compostaje, en la era de fermentación, será necesario añadir la paja, que se encuentra en el almacén de estructurantes, en forma de pacas. El número de pacas necesario será de 22. Se transportarán con la horquilla del tractor, en número de 3 por viaje, con lo que serán necesarios 8 viajes. Considerando una distancia de 100 m, el desplazamiento por cada viaje será de 200 m. Empleando una velocidad de traslado del tractor de 15 km/h, y redondeando, el tiempo necesario de esta actividad será de media hora.

En cuanto al corte de cuerdas de las pacas, se estima su tiempo en aproximadamente 3 minutos por cada una de las pacas. Siendo estas 22, se valora esta actividad en 1,5 horas, considerando un margen de error.

#### - Era de fermentación

La era de fermentación será una de las zonas que mayor tiempo consumirá dentro de la explotación. En esta zona se desarrollará la mezcla de materias primas y la formación de las pilas. Además, de forma semanal se llevará a cabo el volteo de las pilas, precedido de un riego de las mismas. Por otra parte, será necesario llevar a cabo un seguimiento y control de los parámetros del proceso, como se ha explicado en el apartado 12. Finalmente, una vez concluido el proceso, se debe transportar el material higienizado a la siguiente fase, ya sea maduración o vermicompostaje.

Para la formación de las pilas de compostaje es necesaria la mezcla de estiércol y paja. La distancia desde la fosa de compostaje hasta la era de fermentación es de aproximadamente 400 m. Contabilizando el recorrido de ida y vuelta y redondeando hacia la unidad, con el fin de tener un margen de seguridad, este será de 1 km en cada uno de los desplazamientos. El estiércol necesario para cada una de las pilas semanales será de 72 m<sup>3</sup> y la capacidad del cazo del tractor es de 1,7 m<sup>3</sup>. Por lo tanto, serán necesarios 43 viajes. Se considera una velocidad de desplazamiento del tractor de 15 km/h, por lo que el tiempo necesario será de 3,5h, aunque se redondeará al valor mayor, que es 4h.

El volumen de mezcla a tratar semanalmente es de 162 m<sup>3</sup>. La capacidad de tratamiento de la mezcladora es de 55 m<sup>3</sup>/h. Por lo tanto, serán necesarias unas 3,5h para desarrollar esta actividad.

Este mismo equipo podrá emplearse para la formación de las pilas. Su capacidad máxima es de 20 m<sup>3</sup>, por lo que serán necesarios 9 viajes para la formación de las pilas. Considerando 5 minutos gastados en el desplazamiento, se emplearán 45 minutos en su formación. Se tendrá en cuenta 1h más por posibles trabajos con la pala para asegurar una buena construcción de la pila, siendo el tiempo final de 2h.

Semanalmente se hará un volteo de las 6 pilas que permanecen en la era de fermentación. Su distancia total es de 154 m (se supone sobre las 7 pilas, para mayor seguridad) y la capacidad de trabajo de la volteadora es de 500 m/h. De este modo, el tiempo de trabajo para esta actividad será de 1h aproximadamente.

Previo al volteo semanal será necesario el riego de las pilas. En el Anejo VII.III “*Instalación de riego*”, se ha concluido que el tiempo necesario de riego para aplicar toda el agua requerida es de 8h. Por ello el riego se llevará a cabo por la noche, para que a la mañana siguiente pueda realizarse el volteo. La instalación del riego, que consistirá en 4 aspersores y las tuberías que lo unen, se estima en 1,5h (teniéndose en cuenta el montaje y desmontaje).

También es necesario el traslado del producto higienizado a la siguiente fase. Esta actividad se realiza con el cazo del tractor. Se considera la distancia más alejada, que es el final de la nave de vermicompostaje, con un desplazamiento total de 300 m. El número de viajes a realizar será de 58 a una velocidad de 15 km/h, con un tiempo total de 2h.

El seguimiento del proceso se debe llevar a cabo diariamente. Dentro de esta actividad se incluye la toma de muestras, medidas de temperatura, humedad y oxígeno y control de parámetros operativos. Se estima media hora diaria empleada en dichas labores.

#### - **Nave de maduración**

La maduración es un proceso con menores exigencias de trabajo que la fase anterior. Por ello, en la nave de maduración solo será necesario realizar el transporte del material de entrada y salida y un seguimiento semanal de los parámetros del proceso, como son temperatura, humedad y oxígeno.

En la primera de las actividades, el transporte del producto estabilizado (ya que la entrada se considera en el apartado anterior), es necesario trasladar 58,5 m<sup>3</sup> al almacén de producto, donde se encuentra el tromel. La distancia estimada es de 200 m, incluyendo ida y vuelta y el número de viajes es de 35. Como consecuencia, el tiempo estimado, a una velocidad de 15 km/h, es de 1h.

En cuanto al tiempo empleado en el seguimiento del proceso, se estima en 2 revisiones semanales de media hora, siendo el total de 1h semanal.

### - Nave de vermicompostaje

Las principales labores en el vermicompostaje serán el seguimiento del proceso, ya que las lombrices son individuos más exigentes y delicados que los microorganismos, y el movimiento del material a la entrada y salida del proceso. Otra operación que consumirá una parte importante del tiempo de trabajo será la cosecha de lombrices.

El riego será controlado mediante un tensiómetro y una electroválvula, que accionará el riego cuando la humedad en la masa sea menor del rango especificado. Aun así, deberá vigilarse que este parámetro se mantenga correcto.

Por otra parte, al igual que en la fase de maduración del compost, las labores de entrada y salida del material serán otras de las tareas a llevar a cabo. La diferencia con dicha fase es la retirada previa de las lombrices. El método empleado, como se ha indicado, será mediante la aplicación de material fresco y malla. Esta tarea se realizará al menos dos veces.

La extracción de las lombrices, incluye la aplicación del producto fresco y la posterior retirada del mismo con las lombrices, además de la separación de las mismas del material fresco aplicado. Debido a que esta operación se debe repetir en, al menos, dos ocasiones, el tiempo mínimo de trabajo será de 3h.

El traslado del producto estabilizado se realizará en similares condiciones que en el caso de la maduración. El volumen a trasladar será de 58,5 m<sup>3</sup> y la distancia de 350 m, a una velocidad de 15 km/h. Por lo tanto, serán necesarias al menos 1,5 h para su desarrollo.

La revisión y control de parámetros en esta fase debe ser mayor que en el resto del proceso. Por ello se considera que debe disponerse de al menos 1h diaria para dicha actividad, entre la que se incluye la medida de temperatura y humedad, observación de lombrices y densidad de población, presencia de depredadores, etc. El total semanal de esta actividad será de 7h.

Debe considerarse que tanto la entrada de materia fresca como la salida del producto final (y su postratamiento) se realiza de forma alterna en cada una de las actividades (maduración y vermicompostaje). Tanto por facilidad de cálculos como método de seguridad, el considerar ambas actividades en el cálculo de tiempo permite sobrestimar la jornada de labores, ofreciendo mayor adaptación a cambios no esperados en la explotación.

### - Almacén de producto

Las principales tareas que se desarrollarán en este edificio serán el tamizado del compost y el vermicompost y su ensacado, además de su acumulación en el propio almacén. Las dos primeras tareas se desarrollarán en la parte diseñada para ello, evitando de este modo la influencia de fenómenos externos como el viento y la lluvia.

La capacidad de trabajo del tromel es de 35 m<sup>3</sup>/h. Considerando que semanalmente entran 58,5 m<sup>3</sup> de material, el tiempo necesario para su desarrollo es de 2h.

Con unas pérdidas estimadas del 10%, el volumen de producto final a mover para su almacenaje será de 53 m<sup>3</sup>, aproximadamente. La distancia estimada de traslado es de 100 m con lo que el tiempo de actividad será de 1,5h.

Como se ha indicado en el apartado 12, el vermicompostaje en su totalidad y la mitad del compostaje se envasará en sacos de 30 kg. La otra mitad del compost se comercializará en big-bags de 1.000 kg. A partir de las consideraciones anteriores, semanalmente será necesario el ensacado de 50 t de producto en sacos de 30 kg, lo que supone un total de 1.656 sacos. La capacidad de la ensacadora es de 100 sacos/h, por lo que serán necesarias unas 18h para el desarrollo de dicha actividad.

Por su parte el ensacado de la mitad del compost (25t) con la tolva ensacadora, cuya capacidad de trabajo es de 50 sacos/h, supone un tiempo aproximado de 1h.

Para el movimiento de los sacos se puede emplear, indistintamente, la horquilla mecánica o el cazo de la pala. Se pueden transportar hasta 50 sacos por viaje por lo que los 1.656 sacos se podrán trasladar, dentro de la propia nave, hasta su almacenaje, en 4h de trabajo.

Finalmente, deben considerarse dos actividades que deberán llevarse a cabo de forma diaria. Por una parte, está la limpieza de los equipos tras su uso. Se estima que será necesaria al menos media hora diaria para dicha actividad. Por otra parte, se encuentra la revisión y reparación de los equipos. Aunque dicha labor no se realiza de forma diaria, se valora que semanalmente puede llevar unas 3,5h, al igual que la limpieza.

**Tabla 18: Tiempos de actividad**

ACTIVIDAD	TIEMPO	
	DÍA (h)	SEMANA (h)
Estiércol a era fermentación	-	4
Paja a era fermentación	-	0,5

Corte de cuerdas de pacas	-	1,5
Mezclado de materias primas	-	3,5
Formación de pilas	-	2
Volteo pilas	-	1
Montaje/desmontaje riego	-	1,5
Traslado compost fresco	-	2
Seguimiento fermentación	0,5	3,5
Traslado compost maduro	-	1
Seguimiento maduración	-	1
Extracción lombrices	-	3
Traslado humus maduro	-	2
Seguimiento vermicompostaje	1	7
Tamizado tromel	-	2
Traslado producto final	-	1,5
Ensacado (sacos 30 kg)	-	18
Ensacado big-bags	-	1
Traslado sacos	-	4
Limpieza equipos	-	3,5
Mantenimiento equipos	-	3,5
<b>TOTAL</b>	-	<b>71,5</b>

Por lo tanto, será necesaria la contratación de al menos dos operarios a jornada completa (40 h/semana), para conseguir un buen desarrollo de todas las actividades. Además, los propios promotores podrán ayudar de forma puntual, compatibilizando su actividad con la granja. Ellos serán los responsables de la planta, desarrollando las tareas de gestión y administración.

#### **14.2. Orden de tareas**

El orden de las tareas estará enfocado a la liberación de espacio para la actividad anterior. De este modo, se comenzará por el traslado del material estabilizado (ya sea compost o vermicompost) con el fin de permitir el traslado del compost fresco. Liberado este espacio en la era de fermentación, puede realizarse el volteo de las pilas, que permite que haya superficie para la formación de la nueva pila.

### **15. PRODUCTOS OBTENIDOS**

El objetivo del presente proyecto es diseñar una planta de compostaje y vermicompostaje. Por lo tanto, los productos principales obtenidos serán compost y humus de lombriz.

Secundariamente, se podrán obtener las lombrices. Se plantea también la investigación para, futuramente, poder obtener otros materiales de gran calidad, como son el té de compost, humus líquido, etc, aunque no será objeto de este proyecto.

Se debe considerar que, en el primer año de la explotación, la producción será menor. Hasta los 6 primeros meses la primera remesa de compost maduro no se obtendrá, ya que, teniendo en cuenta las 7 semanas de la fase activa y las 16 semanas de la etapa de maduración, el tiempo necesario es de casi medio año.

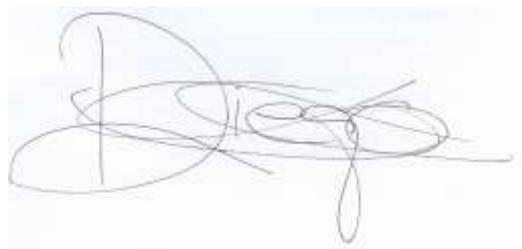
En cuanto al vermicompost, la primera descarga de compost fresco que se haga se empleará para la reproducción de lombriz para la propia explotación. Esto no tiene ninguna influencia en la calidad del humus, pero si en las lombrices, ya que esta población no se venderá al exterior, si no que se usará en las siguientes literas. El tiempo de tratamiento hasta que se obtiene vermicompost es similar al del compost, por lo que se considera que la primera producción de este producto se hará también a partir de los 6 meses de explotación.

Con los datos anteriores, se pueden estimar las producciones esperadas en la explotación, tanto el primer año, como a partir del mismo.

**Tabla 19: Producciones estimadas anualmente**

	COMPOST		VERMICOMPOST	LOMBRICES
1 <sup>er</sup> año	650 t/año		572 t/año	22 t/año
	Big bag 1.000 kg (325)	Sacos 30 kg (19.050)	Sacos 30 kg (19.050)	
Máx. producción	1.300 t/año		1.160 t/año	85,5 t/año
	Sacos 30 kg (21.600)	Big bag 1.000 kg (650)	Sacos 30 kg (38.100)	

Palencia, a 14 de Julio de 2020



Fdo: Diego Conde Cid

Alumno del Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

**MEMORIA**

**ANEXO V: FICHA URBANÍSTICA**



## ÍNDICE ANEJO V

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. IDENTIFICACION DE LA PARCELA</b>	<b>1</b>
<b>3. LEGISLACIÓN VIGENTE</b>	<b>1</b>
<b>4. PARÁMETROS DE CUMPLIMIENTO</b>	<b>2</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

*Tabla 1: Cumplimiento de las normas urbanísticas por parte del proyecto* \_\_\_\_ 3

## 1. INTRODUCCIÓN

Las infraestructuras diseñadas en el presente proyecto, consistentes en dos cubiertas sencillas, dos invernaderos multicapilla, dos naves, una balsa de lixiviados y otra de pluviales, deben cumplir la normativa específica a la edificación de la localidad de Valverde de Campos. Por ello, es necesario conocer dichas exigencias para poder adecuarse a ellas.

## 2. IDENTIFICACION DE LA PARCELA

- **Provincia:** Valladolid
- **Municipio:** Valverde de Campos
- **Código de la parcela:**
  - o Provincia: 47
  - o Municipio: 186
  - o Polígono: 3
  - o Parcela: 57
- **Identificación:** Conejeras
- **Referencia catastral:** 47186A003000570000BO
- **Superficie:** 65.920 m<sup>2</sup>
- **Clase:** Rústico
- **Uso principal:** Agrario

## 3. LEGISLACIÓN VIGENTE

La legislación a la que se ha remitido en el presente anexo es la siguiente:

- Normativa urbanística: Norma subsidiaria de Valverde de Campos (2 de febrero de 1994)
- Ley 5/1999, del 8 de abril, sobre Urbanismo de Castilla y León
- Clasificación del suelo de la parcela: Suelo rustico

En base al Reglamento de Urbanismo de Castilla y León, los suelos rústicos pueden ser destinados a explotación agrícola, ganadera, forestal, piscícola y cinegética, o a aquellas actividades culturales, científicas, educativas, deportivas,

recreativas, turísticas y similares que sean propias de dicho suelo. Además de estas, de forma excepcional, pueden destinarse a construcciones e instalaciones vinculadas a la explotación agrícola, ganadera, forestal, piscícola y cinegética, dentro de la que se incluiría el presente proyecto.

Este mismo reglamento determina que *“En áreas de manifiesto valor natural o cultural, en especial en el interior o en el entorno de los Espacios Naturales Protegidos y de los inmuebles declarados como Bien de Interés Cultural, no se permitirá que las construcciones e instalaciones de nueva planta, o la reforma, rehabilitación o ampliación de las existentes, o las instalaciones de suministro de servicios, degraden la armonía del paisaje o impidan la contemplación del mismo. A tal efecto, se exigirá que todas ellas armonicen con su entorno inmediato y con el paisaje circundante en cuanto a situación, uso, altura, volumen, color, composición, materiales y demás características, tanto propias como de sus elementos complementarios”*.

*“En suelo rústico no se permitirá que las construcciones e instalaciones de nueva planta, o la ampliación de las existentes, o los cierres de parcela con materiales opacos, de altura superior a un metro y medio, se sitúen a menos de tres metros del límite exterior de los caminos, cañadas y demás vías públicas, o si dicho límite no estuviera definido, a menos de cuatro metros del eje de las citadas vías, sin perjuicio de las superiores limitaciones que establezca la legislación aplicable.”*

En los municipios sin planteamiento urbanístico:

- a) La altura máxima será de dos plantas, salvo para las construcciones e instalaciones que justifiquen la necesidad técnica de superarla.
- b) Se exigirá la adaptación a las características del entorno inmediato y del paisaje circundante, en cuanto a situación, uso, altura, volumen, color, composición, materiales y demás características, así como el respeto de la vegetación y de los perfiles naturales del terreno.

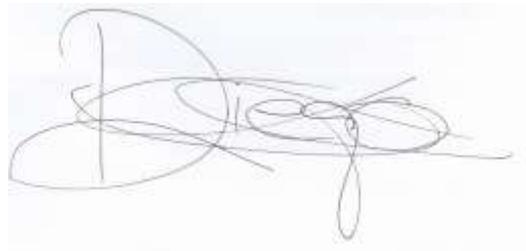
#### **4. PARÁMETROS DE CUMPLIMIENTO**

Atendiendo al “Proyecto de delimitación de suelo urbano en Valverde de Campos”, se considera una “edificación abierta”, ya que entra dentro de la definición de *“aquella que se realiza sobre parcelas aisladas o pertenecientes a manzanas no consolidadas”*, no existiendo otro tipo de categoría más próxima. Para la definición de aquellos parámetros que no queden definidos por esta normativa, se hará referencia a la “Ley 5/1999, del 8 de abril, sobre Urbanismo de Castilla y León”

**Tabla 1: Cumplimiento de las normas urbanísticas por parte del proyecto**

CONDICIONANTES		NORMATIVA	PROYECTO	CUMPLE
Usos del suelo		Rústico	Rústico	SI
Parcela mínima (m <sup>2</sup> )		500	65.920	SI
Ocupación (%)		< 50	27,97	SI
Altura máxima (m)	Cornisa	7	5	SI
	Cumbrera	12	7	SI
Retranqueo (m)	Alineaciones	3	3	SI
	Medianeras	3	3	SI
Distancia de cerramientos al margen de la parcela (m)		3	4	SI
Altura máxima de cerramiento (m)		-	2	SI
Número máximo de plantas		2	1	SI
Pendiente de la cubierta (º)		22º-35º	23º	SI

Palencia, a 14 de Julio de 2020



---

Fdo: Diego Conde Cid

Alumno del Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

**MEMORIA**

**ANEXO VI: ESTUDIO GEOTÉCNICO**



## ÍNDICE ANEJO VI

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y CIMENTACIÓN</b>	<b>1</b>
<b>3. NORMATIVA LEGAL</b>	<b>1</b>
<b>4. SISMICIDAD DE LA ZONA</b>	<b>1</b>
<b>5. ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>	<b>2</b>
5.1. Introducción.....	2
5.2. Estudios realizados .....	5
5.3. Análisis de resultados.....	8
5.4. Conclusiones.....	10
5.5. Plano de muestreos realizados .....	10

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Clasificación según el tipo de construcción (DB-SE-cimientos)</i>	3
<i>Tabla 2: Clasificación según el tipo de terreno (DB-SE-cimientos)</i>	3
<i>Tabla 3: Distancia máxima entre puntos de reconocimiento y profundidades orientativas</i>	4
<i>Tabla 4: Número mínimo de sondeos mecánicos y porcentaje de sustitución por pruebas continuas de penetración</i>	5
<i>Tabla 5: Columna estratigráfica realizada a partir de la calicata</i>	6
<i>Tabla 6: Porcentaje de sólidos que pasan por tamiz de luz determinada</i>	8
<i>Tabla 7: Características del suelo y carga admisible</i>	9
<i>Tabla 8: Coordenadas de calicatas (UTM-30)</i>	11

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Imagen 1: Mapa de peligrosidad sísmica NCSE-02 (Ministerio de Fomento, 2009)</i>	2
<i>Imagen 2: Ubicación de la calicata</i>	10

## 1. INTRODUCCIÓN

El estudio geotécnico recoge información cuantificada sobre las características del terreno de apoyo de la edificación prevista y el entorno donde se ubica, necesaria para determinar la solución sobre el tipo de cimentación y su dimensionado. Para la realización de este estudio, es necesaria la contratación de una empresa o equipos técnicos especializados en este tipo de trabajos, debido a que se carecen de los medios requeridos para la realización de este estudio por cuenta propia.

El entorno en el que se pretende el proyecto comprende fincas rústicas destinadas a cultivos de secano. Se encuentra adyacente a la granja de conejos, propiedad de los promotores.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y CIMENTACIÓN

Las edificaciones previstas en el presente proyecto son aquellas necesarias para dar soporte al proceso de compostaje y vermicompostaje. Estas infraestructuras corresponden a una cubierta sencilla de naves gemelas de 2.240 m<sup>2</sup>, 2 invernaderos multicapilla con una superficie total de 4.032 m<sup>2</sup>, dos almacenes de 640 y 544 m<sup>2</sup> y dos balsas, una de lixiviados de 259 m<sup>2</sup> y otra de pluviales de 405 m<sup>2</sup>.

Las estructuras serán de acero, con zapatas de hormigón armado. Estas obras se llevarán a cabo en el término de las *Conejeras*, en Valverde de Campos, en la parcela 57, con referencia catastral 47186A003000570000BO.

## 3. NORMATIVA LEGAL

Respecto a la realización del Estudio Geotécnico la normativa que se debe de tener en cuenta es la siguiente:

- Norma Tecnológica de la Edificación. Estudios Geotécnicos.
- Normas UNE, relativas a procedimientos de ensayo ejecutados "in situ" o en laboratorio.
- Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural. Cimientos (CTE-DB-SE-C).
- Norma EHE - 08. Instrucción de Hormigón Estructural.

## 4. SISMICIDAD DE LA ZONA

Las prescripciones para el diseño sísmico dadas en la norma sismorresistente NCSE-02 son de obligado cumplimiento en todas las obras del territorio nacional que ofrezcan valores de aceleración sísmica de cálculo superiores a 0,04g.

La peligrosidad sísmica del territorio español se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica.

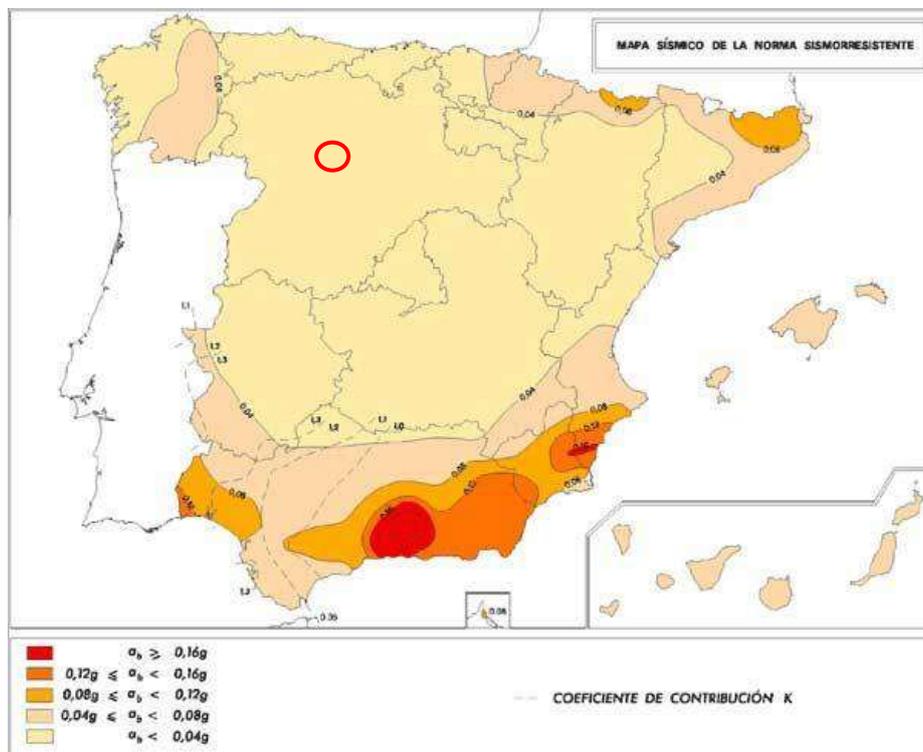


Imagen 1: Mapa de peligrosidad sísmica NCSE-02 (Ministerio de Fomento, 2009)

Este mapa suministra la aceleración sísmica básica ( $a_b$ ) y el coeficiente de contribución (K) que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terrenos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto.

La ubicación de las construcciones a llevar a cabo se sitúa en la provincia de Valladolid, en la que la aceleración sísmica es inferior a 0,04 g. Por tanto, no es de obligado cumplimiento la citada norma sismorresistente. En la zona de influencia del proyecto no se conocen antecedentes que pongan de manifiesto la posibilidad de ocurrencia de algún tipo de movimiento sísmico, no siendo necesario tener en cuenta ninguna medida adicional a la práctica habitual de cimentación y sustentación de las edificaciones de la zona.

## 5. ESTUDIO GEOTÉCNICO

### 5.1. Introducción

Los ensayos realizados, número de muestras y las conclusiones obtenidas se han llevado a cabo basándose en el documento CTE en su DB Seguridad Estructural - Cimientos.

La unidad a estudiar es el edificio o conjunto de edificios, clasificando la construcción y el terreno según las tablas que a continuación se exponen. Atendiendo a la Tabla 1, obtenida del anterior documento citado, las construcciones realizadas corresponden al tipo C-1, ya que serán inferiores a 4 plantas, pero superiores a 300 m<sup>2</sup>.

**Tabla 1: Clasificación según el tipo de construcción (DB-SE-cimientos)**

TIPO	DESCRIPCIÓN
C-0	Construcción de menos de 4 plantas y superficie construida inferior a 300 m <sup>2</sup> .
C-1	Otras construcciones de menos de 4 plantas.
C-2	Construcciones de 4 a 10 plantas.
C-3	Construcciones entre 11 a 20 plantas.
C-4	Conjunto monumentales o singulares, o de más de 20 plantas.

En cuanto al terreno sobre el que se llevarán a cabo las obras, siguiendo los parámetros de la Tabla 2, este será de tipo T-1, ya que se puede considerar como un terreno favorable para la instalación de cimientos.

**Tabla 2: Clasificación según el tipo de terreno (DB-SE-cimientos)**

TIPO	DESCRIPCIÓN
T-1	Terrenos favorables: aquellos con poca variabilidad, y en los que la práctica habitual en la zona es de cimentación directa mediante elementos aislados.
T-2	Terrenos intermedios: los que presentan variabilidad, o que en la zona no siempre se recurre a la misma solución de cimentación, o en los que se puede suponer que tienen rellenos antrópicos de cierta relevancia, aunque probablemente no superen los 3 m.
T-3	Terrenos desfavorables: los que no pueden clasificarse en ninguno de los tipos anteriores. De forma especial se consideran en este grupo los siguientes casos:  a) Suelos expansivos.

- b) Suelos colapsables.
- c) Suelos blandos o sueltos.
- d) Terrenos kársticos en yesos o calizas.
- e) Terrenos variables en cuanto a composición y estado.
- f) Rellenos antrópicos con espesores superiores a 3 m.
- g) Terrenos en zonas susceptibles de sufrir deslizamientos.
- h) Rocas volcánicas en coladas delgadas o con cavidades.
- i) Terrenos con desnivel superior a 15 °.
- j) Suelos residuales.
- k) Terrenos de marismas.

Estas clasificaciones son necesarias para conocer la distancia máxima entre puntos y la profundidad orientativa (Tabla 3), además del número mínimo de sondeos que se deben de realizar (Tabla 4).

**Tabla 3: Distancia máxima entre puntos de reconocimiento y profundidades orientativas (DB-SE-cimientos)**

TIPO DE CONSTRUCCIÓN	GRUPO DE TERRENO			
	T1		T2	
	d <sub>max</sub> (m)	P (m)	d <sub>max</sub> (m)	P (m)
C-0, C-1	35	6	30	18
C-2	30	12	25	25
C-3	25	14	20	30
C-4	20	16	17	35

**Tabla 4: Número mínimo de sondeos mecánicos y porcentaje de sustitución por pruebas continuas de penetración (DB-SE-cimientos)**

	NÚMERO MÍNIMO		% DE SUSTITUCIÓN	
	T-1	T-2	T-1	T-2
C-0	-	1	-	66
C-1	1	2	70	50
C-2	2	3	70	50
C-3	3	3	50	40
C-4	3	3	40	30

Siguiendo las especificaciones de las tablas anteriores, las distancias máximas entre puntos de reconocimiento serán de 35 metros y la profundidad orientativa de 6 metros, a la vez que solo serán necesarios dos ensayos en distintos puntos para determinar las propiedades geotécnicas de la parcela.

Además, se deberán tener en cuenta que la profundidad de los puntos de reconocimiento debe alcanzar una cota en el terreno por debajo de la cual no se desarrollarán asientos significativos bajo las cargas transmitidas por la edificación.

## 5.2. Estudios realizados

La prospección del terreno puede realizarse mediante calicatas, sondeos mecánicos, pruebas de penetración o métodos geofísicos.

En los tipos de construcción C-1 y grupo de terreno T-1, las pruebas de penetración deben complementarse siempre con calicatas u otras técnicas de reconocimiento. La prospección del terreno exige la realización al menos de un sondeo en alguno de los tres puntos de reconocimiento.

Por ello, las pruebas realizadas han sido una calicata mecánica con posterior extracción de muestra alterada por medio de una retroexcavadora. Al mismo tiempo, se ha realizado un ensayo de penetración dinámica continua tipo Borro el mismo día.

El ensayo de penetración dinámica consiste en la inca de una puntaza en el terreno, mediante golpeo de una maza con una energía normalizada, siguiendo las indicaciones de la SE-C. Esto se consiguen haciendo caer la maza desde una altura de caída constante.

Las características del equipo Borro utilizado en el ensayo son las siguientes:

- Varillaje: diámetro 32 mm
- Peso de la maza: 635 N
- Altura de caída: 50 cm
- Puntaza:
  - o Sección cuadrada de 4 x 4 cm<sup>2</sup>
  - o Altura de 20 cm
  - o Punta piramidal con ángulo en el vértice de 90°

La resistencia del terreno a la penetración dinámica, se expresa por el número de golpes necesarios para hincar continuamente la puntaza en tramo sucesivos de 20 cm, hasta alcanzar el rechazo. El ensayo se considera terminado cuando con una tanda de 100 golpes, no se consiguen los 20 cm. de penetración (rechazo), o cuando se alcanzan 75 golpes para profundizar 20 cm tres veces consecutivas.

### 5.2.1. Calicata

Se realiza una columna estratigráfica a partir de los materiales observados en la calicata mecánica realizada. Según los análisis obtenidos se pueden establecer tres niveles distintos.

Tabla 5: Columna estratigráfica realizada a partir de la calicata

NIVEL	COTA IN (m)	COTA FIN (m)	TEXTURA	SUELO	DESCRIPCIÓN
1	0,00	0,35	Limo-arcilloso	Vegetal	Consistencia blanda y seca
2	0,35	0,85	Areno-arcillosa	Margocaliza	Abundantes carbonatos
3	0,85	3,26	Arenosa	Margocalizas	Abundantes carbonatos

### **5.2.2. Ensayo de penetración dinámica**

En el ensayo de penetración realizado, el rechazo se alcanza entre 6,55 y 6,73 metros de profundidad. Se alcanza el rechazo en el nivel 3, gravas siliciclásticas de origen Terciario. A partir de los ensayos realizados, se deduce que dicho nivel de gravas aparece a partir de 0,85 metros de profundidad como puede apreciarse en la calicata abierta.

### **5.2.3. Sondeo mecánico**

Se ha realizado un sondeo mecánico mediante batería simple y extracción de testigo continuo para toma de muestras y ensayos de laboratorio.

Con el sondeo se ha alcanzado una profundidad de 6,50 metros. A distintas profundidades se han extraído testigos de muestra de suelo y de agua para realización de ensayos de laboratorio.

### **5.2.4. Ensayo de laboratorio**

Siguiendo las especificaciones del DB SE-C, de todas las muestras obtenidas en calicatas o sondeos se hará una descripción detallando aquellos aspectos que no son objeto de ensayo, como el color, olor, litología de las gravas o trozos de roca, presencia de escombros o materiales artificiales, etc., así como eventuales defectos en la calidad de la muestra.

La muestra alterada tomada, extraída por debajo de 1,00 metro de profundidad en la calicata, estaba compuesta por gravas siliciclásticas areno-limosas a lino-arenosas de color marrón, con finos de carácter no plástico, terraza y edad cuaternario.

**Tabla 6: Porcentaje de sólidos que pasan por tamiz de luz determinada**

<b>Diámetro UNE (mm)</b>	<b>% Traspasa</b>
<b>40,00</b>	100
<b>25,00</b>	93,80
<b>20,00</b>	86,40
<b>5,00</b>	69,46
<b>2,00</b>	47,35
<b>0,40</b>	39,11
<b>0,08</b>	26,30

El material analizado, en sus términos más finos (pasa por el tamiz de 0,08 UNE), corresponde a unos limos inorgánicos de plasticidad nula. Atendiendo a la granulometría y a la plasticidad, la muestra ensayada corresponde al grupo GW – GM (gravas arenosas y limosas, con finos no plásticos), según la clasificación modificada de "Casagrande".

Al mismo tiempo se realiza un ensayo de contenido en sulfato de la muestra de agua extraída a 3,55 metros de profundidad con respecto a la cota de boca de la calicata realizada que dio como resultado 253 mg/l. Este índice, según la norma EHE - 08, no se considera como agresivo ya que dicha norma admite valores inferiores a 600 mg/L, por lo que no será necesario el uso de hormigón sulforresistente en la obra.

### **5.3. Análisis de resultados**

#### **5.3.1. Cimentaciones**

El nivel de apoyo de una cimentación por zapatas, debe situarse, según los resultados obtenidos, a partir de 0,40 metros de profundidad con respecto a la cota de boca de los ensayos que coincide con la superficie actual de la parcela.

A las profundidades en que deben apoyarse y/o semiempotrarse las zapatas, el material previsible sería fundamentalmente gravoso, con cierta cantidad de arenas y limos, por lo que se realizará una comprobación para hipótesis de terreno granular.

Cabe tener en cuenta, que en caso de cimentaciones sobre suelos granulares gruesos, no se dispone habitualmente de ninguno de los parámetros utilizables en las

fórmulas usuales para suelos granulares. Es necesario, por consiguiente, acudir a estimaciones basadas en la deformabilidad supuesta del terreno.

**Tabla 7: Características del suelo y carga admisible**

TERRENO	DEFORMACIÓN (N/mm <sup>3</sup> )	V	Q <sub>adm</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	
			LOSA	ZAPATA
Gravas areno-arcillosas/limosas flojas	3	0,25	0,2	0,1
Gravas areno-arcillosas/limosas compactadas	6	0,20	0,35	0,2

A partir de los datos obtenidos en los estudios y las especificaciones de la tabla anterior, se adoptará como tensión admisible del terreno para una cimentación por zapatas 2,00 kg/cm<sup>2</sup>.

### 5.3.2. Excavaciones

Los niveles 1 y 2, dadas sus características intrínsecas no admitirán taludes subverticales en condiciones meteorológicas cambiantes, por lo que cabría aplicar taludes que no superen el 2H x 1V para grandes zanjas.

El nivel 3 se puede considerar excavable. Pero sus materiales no admitirían taludes de excavación subverticales tanto por sus características intrínsecas de baja cohesión, como por la interacción con el nivel freático, que implica una elevada inestabilidad.

### 5.3.3. Nivel freático

Se registra el nivel freático a 3,26 metros de profundidad de la calicata mecánica realizada. Deberá ser tenido en cuenta a la hora de gestión de los lixiviados.

Los niveles de sulfatos analizados en las muestras de agua extraídas a la profundidad de 3,26 metros constatan que este valor no es agresivo, pero se recomienda mantener un seguimiento de dicho valor durante la realización de la obra.

### 5.3.4. Agresividad

Como se ha indicado anteriormente, la concentración de sulfatos no es suficientemente elevada para ser necesario el empleo de hormigón con características resistentes. Aun así, deberá hacerse un seguimiento durante la obra.

### 5.4. Conclusiones

Los materiales que conforman el terreno de la parcela de estudio se caracterizan por tener poca plasticidad y alta capacidad de carga admisible ( $0,2 \text{ N/mm}^2$ ). Estos elementos hacen que los cimientos se asienten en un terreno con disposición óptima para cumplir su función de sustentación de las estructuras.

Los resultados de los análisis realizados en el laboratorio, consideran como "apto" el terreno para llevar a cabo la ejecución del proyecto. Las calicatas han mostrado que la capa freática se localiza a 3,26 metros de profundidad.

El nivel de apoyo de la cimentación por zapatas debe situarse a partir de 0,40 metros. De este modo y, como sistema de seguridad, se recomienda que este valor se incremente hasta los 0,60-0,70 metros de profundidad.

### 5.5. Plano de muestreos realizados

Los muestreos realizados (calicatas) se especifican a continuación.

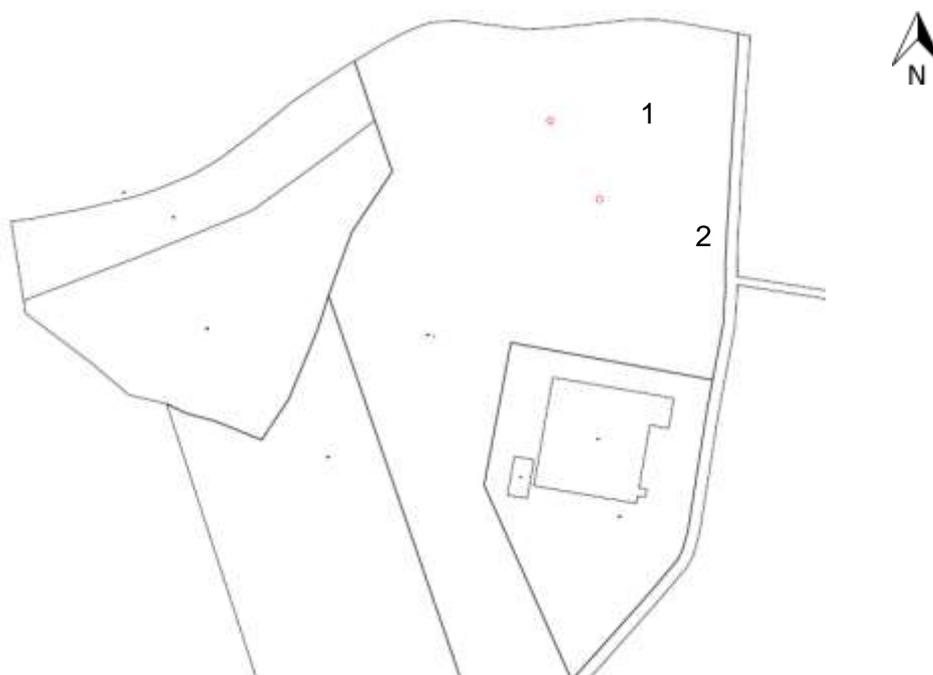
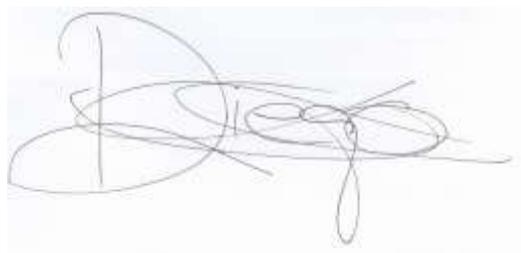


Imagen 2: Ubicación de la calicata

**Tabla 8: Coordenadas de calicatas (m)**

<b>UTM-30</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
<b>Calicata 1</b>	332.985,11	4.632.991,49	6,55
<b>Calicata 2</b>	333.021,40	4.632.950,66	6,55

Palencia, a 14 de Julio de 2020



Fdo: Diego Conde Cid

Alumno del Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

**MEMORIA**

**ANEXO VII: INGENIERÍA DE LAS  
OBRAS**

**SUBANEJO I: EDIFICACIONES**



## ÍNDICE ANEJO VII

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN DE LAS EDIFICACIONES</b>	<b>3</b>
2.1. Almacén de estructurante	3
2.2. Era de fermentación	5
2.3. Nave de maduración	6
2.4. Invernaderos de vermicompostaje	8
2.5. Almacén de producto	11
2.6. Balsa de lixiviados	13
2.7. Balsa de pluviales	14
2.8. Viales	16
<b>3. MÉTODO DE CÁLCULO</b>	<b>16</b>
3.1. Hormigón armado	16
3.2. Acero laminado	17
3.3. Cálculos por ordenador	18
3.4. Características de las edificaciones	18
3.5. Acciones adoptadas en el cálculo	24

3.6. Cálculo de la estructura \_\_\_\_\_ 27

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Cuadro resumen de dimensiones de infraestructuras</i>	2
<i>Tabla 2: Características de los materiales utilizados en la nave de almacenamiento de estructurante</i>	18
<i>Tabla 3: Características de los materiales utilizados en la era de fermentación</i>	19
<i>Tabla 4: Características de los materiales utilizados en la nave de maduración</i>	20
<i>Tabla 5: Características de los materiales utilizados en los invernaderos de vermicompostaje</i>	21
<i>Tabla 6: Características de los materiales utilizados en la nave de almacenamiento de producto</i>	23
<i>Tabla 7: Acciones determinantes del modelo de cálculo</i>	25
<i>Tabla 8: Resumen de cargas en edificios</i>	26
<i>Tabla 9: Hipótesis de carga en Almacén de estructurante</i>	28
<i>Tabla 10: Barras de Almacén de estructurante</i>	29
<i>Tabla 11: Combinación de hipótesis en Almacén de estructurante</i>	30
<i>Tabla 12: Hipótesis de carga en Nave de maduración</i>	<b>¡Error! Marcador no definido.61</b>
<i>Tabla 13: Barras de Nave de maduración</i>	61
<i>Tabla 14: Combinación de hipótesis en Nave de maduración</i>	<b>¡Error! Marcador no definido.62</b>
<i>Tabla 15: Hipótesis de carga en Invernaderos de vermicompostaje</i>	<b>¡Error! Marcador no definido.98</b>
<i>Tabla 16: Combinación de hipótesis en Invernaderos de vermicompostaje</i>	99
<i>Tabla 17: Hipótesis de carga en Almacén de producto</i>	247
<i>Tabla 18: Barras de Almacén de producto</i>	248

<i>Tabla 19: Combinación de hipótesis en Almacén de producto</i>	249
<i>Tabla 20: Hipótesis de carga en caseta de riego</i>	275
<i>Tabla 21: Barras de caseta de riego</i>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b> 276
<i>Tabla 22: Combinación de hipótesis en caseta de riego</i>	276

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<i>Imagen 1: Esquema de la estructura del almacén de estructurante (Metalpla, 2020)</i>	28
<i>Imagen 2: Esquema de la estructura de la nave de maduración (Metalpla, 2020)</i>	61
<i>Imagen 3: Esquema de la estructura de los invernaderos de vermicompostaje (Metalpla, 2020)</i>	97
<i>Imagen 4: Esquema de la estructura del Almacén de producto (Metalpla, 2020)</i>	247
<i>Imagen 5: Esquema de la estructura de la caseta de riego (Metalpla, 2020)</i>	275

# 1. INTRODUCCIÓN

En la ingeniería de las obras se pretende realizar el cálculo y dimensionado de las estructuras de la instalación, que permitan maximizar el aprovechamiento de recursos y la optimización del tiempo de las operaciones, a la vez que se garantiza la seguridad y viabilidad de las mismas. En el siguiente documento se detallan las edificaciones necesarias en el proyecto, justificadas en el anejo de ingeniería del proceso.

En la siguiente tabla se especifican, de forma resumida, las estructuras a realizar en el proyecto, con aquellas características principales de las mismas.

**Tabla 1: Cuadro resumen de dimensiones de infraestructuras**

INSTALACIÓN	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	ALTURA (m)	CERRAMIENTO	SOLERA	CUBIERTA
Almacén estructurante	640	6,85	Bloque hormigón y chapa	Hormigón armado	Chapa
Era de fermentación	1.260	-	-	Hormigón armado	-
Nave de maduración I	1.120	7,3	-	Zahorras compactadas	Chapa
Nave de maduración II	1.120	7,3	-	Zahorras compactadas	Chapa
Invernadero de vermicompostaje I	2.016	4	PE térmico	Zahorras compactadas	PE térmico
Invernadero de vermicompostaje II	2.016	4	PE térmico	Zahorras compactadas	PE térmico
Almacén de producto	502	6,95	Bloque hormigón y chapa	Hormigón armado	Chapa
Balsa de pluviales	405	5	-	Geomembrana	-
Balsa de lixiviados	259	4	-	Geomembrana	-
Caseta de riego	9	3	Chapa	Hormigón armado	Chapa
Viales	8200	-	-	Zahorras compactadas	-
<b>TOTAL</b>	<b>18.435</b>	-	-	Varios	-

## 2. DESCRIPCIÓN DE LAS EDIFICACIONES

Además de las edificaciones propiamente dichas, la explotación necesita de zonas amplias y hormigonadas, que permitan el tránsito y trabajo de la maquinaria.

La zona de recepción y descarga de materia prima se encuentra a la entrada de la planta. Se empleará también como zona de tránsito y multiusos, en caso de que sea necesaria alguna tarea puntual. La superficie total de esta zona será de 1.000 m<sup>2</sup>, aproximadamente.

En la puerta de salida también se dispondrá de una superficie amplia y hormigonada, aunque de menores dimensiones que la de entrada (280 m<sup>2</sup>), con el fin de poder facilitar el movimiento de maquinaria y vehículos.

### 2.1. Almacén de estructurante

#### A. Dimensiones

La nave de estructurantes se empleará para la acumulación de la paja. Como se indicó en el Anejo IV "*Ingeniería del proceso*", las necesidades de espacio para acumular las 283 t de paja serán de 284 m<sup>2</sup>, aproximadamente, con una altura de apilamiento de 3,2 metros, facilitando el trabajo de la maquinaria y reduciendo los riesgos de caída del material. Para su cálculo se han considerado unas pacas de tamaño medio, con unas dimensiones de 200x120x80 cm. Se ha añadido un factor de seguridad del 10%, siendo por tanto el área diseñada de 312 m<sup>2</sup>.

Se dejará un pasillo central de 5 metros de anchura, que permita las maniobras de la maquinaria. Además, se habilitará un espacio de 160 m<sup>2</sup>, a la entrada de la nave, que se aprovechará como almacén para la maquinaria y otros materiales, como depósitos de lubricantes, combustibles, etc.

Por tanto, la superficie total de la nave será de 640 m<sup>2</sup>, con dos cuerpos. La zona de almacenamiento tendrá unas dimensiones de 16x30 y la zona de trabajo y almacén de maquinaria, con unas dimensiones de 16x10 m.

#### B. Estructura

Está configurada por 9 pórticos a base de acero S-275 JO, separados 5 metros entre ellos. La luz de estos pórticos es de 16 m. Los pilares estarán formados por perfiles de acero I HEB-200, los dinteles son perfiles IPE-240 y las correas perfiles normalizados IPE-100.

Los pilares se anclan a las zapatas por medio de placas base de anclaje cuyas dimensiones son 410x420x25 mm (nudo 1) y 410x420x30mm (nudo 2).

### **C. Cimentación**

La cimentación se realiza por medio de zapatas aisladas de dimensiones 1,40x2,10x2,00 m, arriostradas con una viga riostra perimetral de 0,40 x 0,40 m con un armado de 4 barras de diámetro 12 mm y estribos de 8 mm de diámetro cada 25 mm. Las armaduras están formadas por acero corrugado.

Se utilizará hormigón armado de HA-25/P/20/IIa, con armadura de acero B-500S y una capa de 5 cm de hormigón de limpieza HL-150/B/20.

### **D. Solera**

La solera estará formada por 5 cm de hormigón de limpieza (HL-150/B/20) y por 15 cm de hormigón armado (HA-25/P/20/IIa y acero B-500S), con una superficie total de 640 m<sup>2</sup>.

Aunque en principio la paja debería tener un nivel de humedad que no generara lixiviados, para la conducción de los mismos, tendrá una inclinación del 1% hacia la entrada de la nave, donde, mediante canaletas perimetrales, de hormigón prefabricado, de 55x59 mm, se recogerán estos líquidos y conducirán hacia una arqueta y, desde ella, a la balsa de lixiviados. La arqueta estará cubierta por una rejilla, para evitar la caída de paja, reduciendo los riesgos de obstrucción.

Previamente a la construcción la solera, se habrá compactado el suelo hasta un grado del 95 % del Próctor modificado.

### **E. Cubierta**

La nave estará configurada por un pórtico a dos aguas con una inclinación de 23 grados y una altura de 5 metros en alero y 6,85 metros en cumbrera. La cubierta estará atornillada a las correas por medio de tornillos de alta resistencia. Será de chapa de acero galvanizado de 0,7 mm de grosor, perfil T30-205, con voladizo y red de canalones y bajantes de PVC, para la recogida de agua de lluvia.

## **F. Cerramiento**

El levantamiento perimetral se realizará con dos materiales. Desde el suelo hasta una altura de 2 m, se emplearán bloques de hormigón de 30 cm de espesor; desde esta altura hasta el alero, se completará con chapa grecada de acero galvanizado de 1 mm de espesor.

La separación interior entre la zona de maquinaria y el almacén propiamente dicho, se realizará con los mismos materiales.

## **G. Carpintería y cerrajería**

El almacén de estructurantes dispondrá de una sola puerta de entrada. Esta tendrá unas dimensiones de 5x5 m, formada por dos hojas correderas por rail, cuyo material de fabricación será chapa de acero reforzada.

## **2.2. Era de fermentación**

### **A. Dimensiones**

La zona de fermentación estará formada por una solera de hormigón, donde se realizarán los volteos periódicos de la mezcla a compostar. Del estudio climático se ha podido deducir que la influencia de los agentes meteorológicos sobre la evolución del proceso es reducida. Por lo tanto, la construcción de una cubierta elevaría la inversión inicial, sin mejoras efectivas en el desarrollo de la fase activa que justificasen su construcción.

Las 7 pilas de fermentación tendrán una anchura de 4 metros y una longitud aproximada de 22 metros, con una separación entre ellas de un metro, que es la distancia media que avanzará cada pila en cada uno de los volteos semanales. Se dejarán pasillos perimetrales de 4 metros por los bordes exteriores, para permitir el tránsito de la maquinaria sin presencia de obstáculos. Por lo tanto, las dimensiones de la playa de fermentación serán de 1.260 m<sup>2</sup>, con laterales de 30x42 metros.

### **B. Solera**

La legislación obliga a que la superficie sobre la que se desarrolle la fase activa sea de hormigón y esté adecuadamente impermeabilizada.

Estará compuesta por una base de encachado de piedra caliza de 15 cm de espesor. Por encima del mismo se dispondrán 15 cm de hormigón armado HA-

25/P/20/IIa, con tamaño máximo de árido de 20 mm, con mallazo electrosoldado de acero B-500S. Previamente a la construcción la solera, se habrá compactado el suelo hasta un grado del 95 % del Próctor modificado.

La solera tendrá una inclinación del 1% en dirección norte y estará rodeada por una red de cunetas perimetrales, capaces de recoger y conducir toda el agua de lluvia caído sobre la propia superficie y los efluentes de las pilas.

Además, esta se encontrará elevada 20 cm sobre la superficie del suelo, para evitar la llegada de agua de escorrentía del resto de superficies externas a la playa de fermentación y que obligue a sobredimensionar la balsa de lixiviados.

## **2.3. Nave de maduración**

### **A. Dimensiones**

En la fase de maduración, el material a compostar sufre una serie de cambios a menor velocidad que en la etapa anterior, teniendo más reducida su capacidad de adaptación a las variaciones. Por ello, episodios de lluvias elevadas pueden comprometer la calidad del producto final. Para reducir su influencia, se construirá una cubierta sencilla que lo aisle de las precipitaciones, sin cerramiento perimetral, con el fin de reducir los costes.

Las pilas de maduración se formarán cada dos semanas y permanecerán estáticas durante la duración de la fase, que es de aproximadamente 4 meses, siendo necesario, por tanto, espacio para 8 pilas simultáneas. Estas tendrán unas dimensiones de 4 metros de anchura y 22 metros de largo. Se dispondrán 4 hileras paralelas, enfrentadas a otras 4 iguales, separadas por un pasillo central de 4 metros de ancho. La distancia entre pilas paralelas será también de 4 metros y se dispondrán de pasillos perimetrales de igual anchura, facilitando de este modo el trabajo de la maquinaria. De este modo, la cubierta tendrá unas dimensiones de 56x36 metros, con una superficie total de 2.016 m<sup>2</sup>.

La gran anchura exigida obligaría al diseño de una estructura demasiado compleja y de gran altura con el fin de conseguir una adecuada inclinación. Por ello, se delinearán dos naves paralelas y similares, con la mitad de dimensiones. Además, se corregirá la anchura de los pasillos frontales, para conseguir una longitud de 55 metros y así diseñar pórticos separados 5 metros. Es decir, se diseñarán dos naves de 55x20 metros, con una superficie ocupada por cada una 1.100 m<sup>2</sup>, siendo la total de 2.200 m<sup>2</sup>.

## **B. Estructura**

Su estructura está formada a base de pórticos de acero S-275 JO. El perfil de acero de los pilares será HEB-240 en el caso de los pilares laterales y HEB-180 para el pilar central; el de los dinteles IPE-360 y el de las correas IPE-120. La distancia entre pórticos será de 5 metros, con un total de 12. La separación entre correas será de 1 metro. Las naves serán gemelas, compartiendo los pilares centrales.

Los pilares se anclarán a las zapatas mediante placas base de anclajes de 450x520x35 mm (nudo 1), 390x400x15 mm (nudo 2) y 450x520x35 (nudo 3), siendo estas medidas LxAxh.

## **C. Cimentación**

La cimentación será aislada a base de zapatas aisladas, de 1,5x2,6x2,5 m en las zapatas de los extremos y 0,5x1,0x1,0 en las zapatas centrales. Para garantizar una mayor seguridad y evitar posibles movimientos de las mismas, por las grandes dimensiones de la nave. La viga riostra perimetral será de 0,40 x 0,40 m con un armado de 4 barras de diámetro 12 mm y estribos de 8 mm de diámetro cada 25 mm. Las armaduras están formadas por acero corrugado.

Se utilizará hormigón armado de HA-25/P/20/IIa, con armadura de acero B-500S y una capa de 5 cm de hormigón de limpieza HL-150/B/20.

## **D. Solera**

La legislación no obliga a la construcción de una solera de hormigón, siempre y cuando el material del que esté compuesta garantice una adecuada impermeabilización y recogida de los lixiviados.

Estará compuesta por una base de encachado de piedra caliza de 15 cm de espesor. Por encima del mismo se dispondrán 15 cm de zahorras compactadas en tongadas sucesivas con bandeja vibrante de guiado manual. Tanto la solera como el suelo se habrán compactado hasta un grado del 95 % del Próctor modificado.

La solera tendrá una inclinación del 1% hacia el pasillo central, donde una canaleta, de 55x59 mm, recogerá los lixiviados producidos. Además, la solera estará rodeada por una red de cunetas perimetrales.

### **E. Cubierta**

Cada una de las naves estará configurada por un pórtico a dos aguas con una inclinación de 23 grados y una altura de 5 metros en alero y 7,3 metros en cumbrera. La cubierta estará atornillada a las correas por medio de tornillos de alta resistencia. Será de chapa de acero galvanizado de 0,7 mm de grosor, perfil T30-205, con red de canalones y bajantes de PVC, para la recogida de agua de lluvia.

Se instalará un voladizo para evitar la entrada de agua de lluvia, ya que la nave será abierta.

### **F. Cerramiento**

La nave carece de cerramiento.

## **2.4. Invernaderos de vermicompostaje**

### **A. Dimensiones**

Al igual que la fase de maduración, el vermicompostaje es una etapa más delicada que la fase activa. Por ello, la instalación de una cubierta permitirá ofrecer cierta protección a las lombrices, mejorando su desarrollo. Como se ha visto en el Anejo III "*Estudio de alternativas*", el tipo de estructura seleccionada ha sido el invernadero.

De este modo, se construirán ocho invernaderos de tipo multicapilla, 4 paralelos y 4 enfrentados a los mismos, con una superficie total de 4.032 m<sup>2</sup>, teniendo cada uno de los invernaderos unas dimensiones de 12x42 m y una altura de 4 m.

Tendrán puertas en su parte frontal, que permitan su apertura y cierre en función de la temperatura interior, regulando de esta manera las condiciones del ambiente.

En el interior de cada uno de los invernaderos se instalarán 2 literas paralelas, separadas 4 m entre sí, con el fin de permitir el trabajo de la maquinaria. Sus dimensiones serán de 0,70 m de altura y 2 m de anchura. La longitud de estas hileras, para acumular todo el material durante su tratamiento, será de 39 m.

## **B. Estructura**

Su estructura está formada a base de pórticos de acero S-235 JO. Los pilares estarán formados por tubos circulares (200.6) de acero S-235 al igual que el de los dinteles (90.3) y el de las correas (50.3). La distancia entre pórticos será de 3 metros, con un total de 15. La separación entre correas será de 1 metro. Cuatro de los invernaderos compartirán sus pilares centrales.

Los pilares se anclarán a las zapatas mediante placas base de anclajes de 410x440x22 mm (nudo 1), 410x420x22 mm (nudo 15), 280x290x10 mm (nudo 28), 300x330x12 mm (nudo 41) y 410x420x25 mm (nudo 54), siendo estas medidas LxAxh.

## **C. Cimentación**

La cimentación sería aislada a base de zapatas aisladas, de 1,0x1,7x1,7 m en las zapatas de los extremos y 1,2x1,2x1,2 en las zapatas centrales. Se unirán por una viga riostra perimetral, que evitará desplazamientos horizontales, de 0,40 m x 0,40 m con un armado de 4 barras de diámetro 12 mm y estribos de 8 mm de diámetro cada 25 mm. Las armaduras están formadas por acero corrugado.

Se utilizará hormigón armado de HA-25/P/20/IIa, con armadura de acero B-500S y una capa de 5 cm de hormigón de limpieza HL-150/B/20.

## **D. Solera**

Estará compuesta por una base de encachado de piedra caliza de 15 cm de espesor. Por encima del mismo se dispondrán 15 cm de zahorras compactadas en tongadas sucesivas con bandeja vibrante de guiado manual. Tanto la solera como el suelo se habrán compactado hasta un grado del 95 % del Próctor modificado.

La solera tendrá una inclinación del 1% hacia el pasillo central, donde una canaleta, de 55x59 mm, recogerá los lixiviados producidos. Debido a que los caballones de vermicompostaje estarán debidamente impermeabilizados, no deberían generarse ningún tipo de lixiviado. A pesar de ello, se instalarán estas infraestructuras para garantizar la recogida de cualquier efluente generado.

Sobre la solera se dispondrán las literas. Su contorno estará definido por una estructura de ladrillos, con 70 cm de altura sobre el suelo, que contendrá el material a tratar e impedirá la fuga de las lombrices. Se profundizará por debajo de la solera, para conseguir una adecuada instalación de estas estructuras.

La base de la litera estará aislada, para evitar la penetración de lixiviados al subsuelo e imposibilitar el acceso de depredadores de las lombrices. Esto se conseguirá

con la instalación de una capa geotextil antipunzante de 250 g/m<sup>2</sup>. Sobre el material plástico se situará una capa de 10 cm de material poroso, para la conducción de los lixiviados producidos y por encima de este una capa de 15 cm de tierra, que se empleará como cama para las lombrices.

### **E. Cubierta**

Cada uno de los invernaderos estará configurado por una cubierta oval de 33° de inclinación y una altura de 2 metros en alero y 4 metros en cumbre. La cubierta será de polietileno térmico con red de canalones y bajantes de PVC, para la recogida de agua de lluvia. También dispondrá de aperturas superiores que permitan la regulación de la temperatura interior.

### **F. Cerramiento**

El cerramiento será de polietileno térmico, igual que la cubierta. Se anclará adecuadamente a la estructura, tanto vertical como horizontalmente.

### **G. Carpintería metálica**

Se instalará una puerta de 2 hojas en cada uno de los laterales de cada invernadero, formadas mediante perfiles de acero galvanizado soldado a la estructura perimetral, con medidas de 3 metros de ancho y 3 metros de altura. Se cubrirán con film de polietileno.

## 2.5. Almacén de producto

### A. Descripción

Se diseñará una nave de almacenamiento del producto final, con capacidad para almacenar un 25% de la producción anual. Por lo tanto, el nivel de almacenamiento será para 315 m<sup>3</sup> de compost y otros 315 m<sup>3</sup> de vermicompost. Considerando un apilamiento de 3 metros y un factor de seguridad del 10%, la superficie mínima necesaria para la acumulación del material será de 232 m<sup>2</sup>. Se dejará un pasillo central con una anchura de 5 metros, para permitir el paso de la maquinaria, acumulándose cada producto a ambos lados del pasillo. Por lo tanto, las dimensiones de esta nave serán de 340 m<sup>2</sup>., definidas por sus laterales de 17x20 m.

Como se ha comentado en el Anejo IV "*Ingeniería del Proceso*", en el almacén del producto final también se llevarán a cabo las labores de post-tratamiento. Estas son las de tamizado y ensacado. Por ello, será necesario disponer de una superficie donde instalar dicha infraestructura, a resguardo de la intemperie. Se considera que al menos serán necesarios 150 m<sup>2</sup>, con unas dimensiones laterales de 17x10 m. Al igual que en la nave de pretratamiento, se creará un espacio anexo al almacén. Por lo tanto, la superficie ocupada por ambos espacios será de 510 m<sup>2</sup>, definido por unos laterales de 17x30 m.

### B. Estructura

Está configurada por 7 pórticos a base de acero S-275 JO, separados 5 metros entre ellos. La luz de estos pórticos es de 17 m. Los pilares estarán formados por perfiles de acero I HEB-180, los dinteles son perfiles IPE-270 y las correas de perfiles normalizados IPE-100.

Los pilares se anclan a las zapatas por medio de placas base de anclaje cuyas dimensiones son 390x400x30 mm (nudo 1) y 390x420x30 mm (nudo 2).

### C. Cimentación

La cimentación se realiza por medio de zapatas aisladas de dimensiones 1,40x2,10x2,00 m, arriostradas con una viga riostra perimetral de 0,40 m x 0,40 m con un armado de 4 barras de diámetro 12 mm y estribos de 8 mm de diámetro cada 25 mm. Las armaduras están formadas por acero corrugado.

Se utilizará hormigón armado de HA-25/P/20/IIa, con armadura de acero B-500S y una capa de 5 cm de hormigón de limpieza HL-150/B/20.

#### **D. Solera**

Estará formada por 5 cm de hormigón de limpieza (HL-150/B/20) y por 15 cm de hormigón armado (HA-25/P/20/IIa y acero B-500S).

Para la conducción de los lixiviados, la solera, tendrá una inclinación del 1% hacia la entrada de la nave, donde, mediante canaletas perimetrales, de hormigón prefabricado, de 55x59 mm, se recogerán estos líquidos y conducirán hacia una arqueta y, desde ella, a la balsa de lixiviados. La arqueta estará cubierta por una rejilla, para evitar la caída de materiales, reduciendo los riesgos de obstrucción.

Previamente a la construcción la solera, se habrá compactado el suelo hasta un grado del 95 % del Próctor modificado.

#### **E. Cubierta**

La nave estará configurada por un pórtico a dos aguas con una inclinación de 23 grados y una altura de 5 metros en alero y 6,95 metros en cumbre. La cubierta estará atornillada a las correas por medio de tornillos de alta resistencia. Será de chapa de acero galvanizado de 0,7 mm de grosor, perfil T30-205, con voladizo y red de canalones y bajantes de PVC, para la recogida de agua de lluvia.

#### **F. Cerramiento**

El levantamiento perimetral se realizará con dos materiales. Desde el suelo hasta una altura de 2 m, se emplearán bloques de hormigón armado de 30 cm de espesor; desde esta altura hasta el alero, se completará con chapa grecada de acero galvanizado de 1 mm de espesor.

La separación interior entre la zona de trabajo y el almacén propiamente dicho, se realizará con los mismos materiales.

#### **G. Carpintería y cerrajería**

El almacén de estructurantes dispondrá de una sola puerta de entrada. Esta tendrá unas dimensiones de 5x5 m, formada por dos hojas correderas por rail, cuyo material de fabricación será chapa de acero reforzada.

## 2.6. Balsa de lixiviados

### A. Descripción

Para su construcción será necesario un excavado previo de la zona. Tendrá unas dimensiones de 18,5x14x4 m con un volumen total de 510 m<sup>3</sup>.

La cara norte de la balsa tendrá una inclinación del 30% y una superficie rugosa, para permitir el acceso de la maquinaria en caso de que sea necesario. El resto de caras de la balsa serán verticales.

### B. Impermeabilización

Se empleará como material impermeabilizante una lámina de geomembrana PEAD<sup>1</sup> de 1,5 mm de espesor, soldada térmicamente, con una resistencia CBR a punzonamiento de 1,8 kN según UNE-EN ISO 12236 y una resistencia al desgarro superior a 140 kN/m. Este material está recomendado para la construcción de barreras de contención de líquidos contaminantes.

Por debajo de la misma se empleará una capa de geotextil antipunzante de 250 g/m<sup>2</sup>, que servirá para proteger la geomembrana de las asperezas del suelo. Para homogeneizar la superficie, se extenderá una capa de 5 cm de arena.

Estas laminas se anclarán en la base mediante una zanja con zahorras compactadas, instaladas a 0,5 m de la base.

### C. Carpintería metálica

Se efectuará un vallado de la balsa, formado por malla de simple torsión, de 10 mm de paso de malla y 1,1 mm de diámetro, acabado galvanizado y postes de acero galvanizado cada 3 m, de 48 mm de diámetro y 2 m de altura. Esta estará separada 3 m del borde de la balsa, permitiendo una pista de acceso a cualquier punto de la misma. Se dotará a dicha valla de una cancela de entrada con candado para impedir el paso de personas ajenas.

---

<sup>1</sup> Polietileno de alta densidad

## **2.7. Balsa de pluviales**

### **A. Descripción**

Se realizará un excavado previo de la zona. Tendrá unas dimensiones de 27x15x5 m con un volumen total de 1.200 m<sup>3</sup>. Se colocará en una cota ligeramente superior a la balsa de lixiviados para que, en caso de desbordamiento, el agua rebosada caiga desde la balsa de pluviales a la de lixiviados y no de forma inversa.

La cara norte de la balsa tendrá una inclinación del 30% y una superficie rugosa, para permitir el acceso de la maquinaria en caso de que sea necesario. El resto de caras de la balsa serán verticales.

### **B. Impermeabilización**

Se empleará como material impermeabilizante una lámina de geomembrana PEAD de 1,5 mm de espesor, soldada térmicamente, con una resistencia CBR a punzonamiento de 1,8 kN según UNE-EN ISO 12236 y una resistencia al desgarro superior a 140 kN/m.

Por debajo de la misma se empleará una capa de geotextil antipunzante de 250 g/m<sup>2</sup>, que servirá para proteger la geomembrana de las asperezas del suelo. Para homogeneizar la superficie, se extenderá una capa de 5 cm de arena.

### **C. Carpintería metálica**

Se efectuará un vallado de la balsa, formado por malla de simple torsión, de 10 mm de paso de malla y 1,1 mm de diámetro, acabado galvanizado y postes de acero galvanizado, de 48 mm de diámetro y 2 m de altura. Esta estará separada 3 m del borde de la balsa. Se dotará a dicha valla de una cancela de entrada con candado para impedir el paso de personas ajenas.

## **2.8. Caseta de riego**

### **A. Descripción**

Se instalará una caseta de pequeñas dimensiones para proteger y resguardar los equipos de bombeo para ambas balsas y los cuadros eléctricos. Su tamaño será de 9 m<sup>2</sup>, con laterales de 3x3 m, con cerramiento y cubierta.

## **B. Estructura**

La estructura estará formada por pilares con perfiles de acero cuadrados (90.90.3), que se dispondrán verticalmente en los extremos de la estructura, siendo por tanto 4, asegurando su estabilidad mediante la instalación horizontal de otros dos perfiles en cada una de sus caras.

Estos pilares se fijarán a la solera mediante tornillos de gran resistencia y placas de anclaje de 300x350x12mm.

Las vigas se realizarán con perfiles de acero cuadrados (70.70.3), que se colocarán en los extremos de la estructura.

## **C. Solera**

La cimentación de la caseta de riego va a consistir en una losa de 15 cm de hormigón armado HA-25/P/20/IIa con una malla electrosoldada de acero B 500 S con unas dimensiones de 4,00 x 4,00 m. Por debajo de la misma se emplearán 5 cm de hormigón de limpieza (HL-150/B/20).

## **D. Cubierta**

Estará formada por una cubierta a un agua, con una altura máxima de 2,5 m y una altura en alero de 2 m.

La cubierta estará atornillada directamente a las vigas, por medio de tornillos de alta resistencia. Será de chapa de acero galvanizado de 0,7 mm de grosor, perfil T30-205.

## **E. Cerramiento**

El cerramiento se realizará con chapa grecada de acero galvanizado de 1 mm de espesor, unida a los pilares directamente con tornillos de alta resistencia.

## **F. Carpintería y cerrajería**

La caseta de riego dispondrá de una puerta de entrada. Esta tendrá unas dimensiones de 1,8x1,5 m, formada por dos hojas abatibles, cuyo material de fabricación será el mismo del cerramiento.

### **2.9. Viales**

Se construirá una red de viales que comunicarán todas las infraestructuras de la explotación, permitiendo el paso de la maquinaria. Su anchura será de 5 metros.

Su base estará formada por un encanchado de 15 cm de espesor, sobre la que se encontrará una capa de 15 cm de zahorras compactadas, capaz de soportar el tránsito de la maquinaria pesada.

Habrán dos zonas de estos viales de mayor anchura: la zona de recepción y la zona de salida. Estas tendrán una superficie aproximada de 1.000 y 280 m<sup>2</sup>. Esta solera estará formada por 5 cm de hormigón de limpieza (HL-150/B/20), sobre los que se dispondrán 15 cm de hormigón armado (HA-25/P/20/IIa y acero B-500S),

Todas las superficies tendrán una inclinación del 1% hacia las arquetas centrales, que comunican con el sistema de saneamiento.

## **3. MÉTODO DE CÁLCULO**

### **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 el 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 la resistencia 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 artículo

12º de la norma EHE-08 y las combinaciones de hipótesis básicas definidas en el artículo 13º de la norma EHE-08.

Situaciones no sísmicas

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G_j} \cdot G_{k_j} + \gamma_{Q_1} \cdot \Psi_{P_1} \cdot G_{k_1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q_i} \cdot \Psi_{a_j} \cdot G_{k_i}$$

Situaciones sísmicas

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G_j} \cdot G_{k_j} + \gamma_{Q_1} \cdot \gamma_A \cdot A_E + \sum_{l > 1} \gamma_{Q_l} \cdot \Psi_{a_l} \cdot G_{k_l}$$

La obtención de los esfuerzos en las diferentes hipótesis simples del entramado estructural, se harán de acuerdo a un cálculo lineal de segundo 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 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 todas las combinaciones definidas.

### 3.2. Acero laminado

Se dimensionan 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.

### 3.3. Cálculos por ordenador

Para la obtención de las solicitaciones y dimensionado de los elementos estructurales, se ha empleado el programa informático Metalpla XE7, con el que se obtienen los valores de dimensionamiento de pórticos, correas, placas de anclaje, zapatas y vigas de atado, además de los esfuerzos y reacciones en los elementos implicados.

### 3.4. Características de las edificaciones

Los materiales a utilizar, así como las características definitorias de los mismos, niveles de control previstos, así como los coeficientes de seguridad, se indican en los siguientes cuadros, los cuales se dividirán en función de la edificación que se trate.

#### A. Nave de estructurante

Los materiales empleados en este edificio quedan definidos en la siguiente tabla.

**Tabla 2: Características de los materiales utilizados en la nave de almacenamiento de estructurante**

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	OBRA	CIMENTACIÓN
<b>HORMIGÓN ARMADO</b>		
Resistencia características a los 28 días (N/mm <sup>2</sup> )	22	22
Tipo de cemento (RC-08)	CEM I/32.5N	CEM I/32.5N
Cantidad máxima / mínima de cemento (Kp/m <sup>3</sup> )	500/300	500/300
Tamaño máximo de árido (mm)	20	40
Consistencia del hormigón	Plástica	Plástica
Sistema de compactación	Vibrado	Vibrado
<b>ACERO EN BARRAS Y MALLAZO</b>		

Designación	B-500 S	-
Límite elástico (N/mm <sup>2</sup> )	500	-
Coeficiente de minoración	1,15	-
<b>ACERO LAMINADO EN PERFILES</b>		
Designación	S-275 JO	-
Límite elástico (N/mm <sup>2</sup> )	275	-
<b>ACERO LAMINADO EN CHAPA</b>		
Designación	S-275 JO	-
Límite elástico (N/mm <sup>2</sup> )	275	-

## B. Era de fermentación

Los materiales empleados y sus características quedan definidos en la siguiente tabla.

**Tabla 3: Características de los materiales utilizados en la era de fermentación**

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	OBRA	CIMENTACIÓN
<b>HORMIGÓN ARMADO</b>		
Resistencia características a los 28 días (N/mm <sup>2</sup> )	25	-
Tipo de cemento (RC-08)	CEM I/32.5N	-
Cantidad máxima / mínima de cemento (Kp/m <sup>3</sup> )	500/300	-
Tamaño máximo de árido (mm)	20	-
Consistencia del hormigón	Plástica	-
Sistema de compactación	Vibrado	-

<b>ACERO EN BARRAS Y MALLAZO</b>		
Designación	B-500 S	-
Límite elástico (N/mm <sup>2</sup> )	500	-
Coeficiente de minoración	1,15	-

### C. Nave de maduración

Los materiales empleados en este edificio quedan definidos en la siguiente tabla.

**Tabla 4: Características de los materiales utilizados en la nave de maduración**

<b>CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL</b>	<b>OBRA</b>	<b>CIMENTACIÓN</b>
<b>HORMIGÓN ARMADO</b>		
Resistencia características a los 28 días (N/mm <sup>2</sup> )	25	25
Tipo de cemento (RC-08)	CEM I/32.5N	CEM I/32.5N
Cantidad máxima / mínima de cemento (Kp/m <sup>3</sup> )	500/300	500/300
Tamaño máximo de árido (mm)	20	40
Consistencia del hormigón	Plástica	Plástica
Sistema de compactación	Vibrado	Vibrado
<b>ACERO EN BARRAS Y MALLAZO</b>		
Designación	B-500 S	-
Límite elástico (N/mm <sup>2</sup> )	500	-
Coeficiente de minoración	1,15	-
<b>ACERO LAMINADO EN PERFILES</b>		

Designación	S-275 JO	-
Límite elástico (N/mm <sup>2</sup> )	275	-
<b>ACERO LAMINADO EN CHAPA</b>		
Designación	S-275 JO	-
Límite elástico (N/mm <sup>2</sup> )	275	-

#### D. Invernaderos de vermicompostaje

Los materiales empleados y sus características quedan definidos en la siguiente tabla.

**Tabla 5: Características de los materiales utilizados en los invernaderos de vermicompostaje**

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	OBRA	CIMENTACIÓN
<b>HORMIGÓN ARMADO</b>		
Resistencia características a los 28 días (N/mm <sup>2</sup> )	25	25
Tipo de cemento (RC-08)	CEM I/32.5N	CEM I/32.5N
Cantidad máxima / mínima de cemento (Kp/m <sup>3</sup> )	500/300	500/300
Tamaño máximo de árido (mm)	20	40
Consistencia del hormigón	Plástica	Plástica
Sistema de compactación	Vibrado	Vibrado
<b>ACERO EN BARRAS Y MALLAZO</b>		
Designación	B-500 S	-
Límite elástico (N/mm <sup>2</sup> )	500	-

Coefficiente de minoración	1,15	-
<b>ACERO LAMINADO EN PERFILES</b>		
Designación	S-235 JO	-
Límite elástico (N/mm <sup>2</sup> )	235	-
<b>ACERO LAMINADO EN CHAPA</b>		
Designación	S-275 JO	-
Límite elástico (N/mm <sup>2</sup> )	275	-

## E. Almacén de producto

Los materiales empleados en este edificio quedan definidos en la siguiente tabla.

**Tabla 6: Características de los materiales utilizados en la nave de almacenamiento de producto**

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	OBRA	CIMENTACIÓN
<b>HORMIGÓN ARMADO</b>		
Resistencia características a los 28 días (N/mm <sup>2</sup> )	25	25
Tipo de cemento (RC-08)	CEM I/32.5N	CEM I/32.5N
Cantidad máxima / mínima de cemento (Kp/m <sup>3</sup> )	500/300	500/300
Tamaño máximo de árido (mm)	20	40
Consistencia del hormigón	Plástica	Plástica
Sistema de compactación	Vibrado	Vibrado
<b>ACERO EN BARRAS Y MALLAZO</b>		
Designación	B-500 S	-
Límite elástico (N/mm <sup>2</sup> )	500	-
Coeficiente de minoración	1,15	-
<b>ACERO LAMINADO EN PERFILES</b>		
Designación	S-275 JO	-
Límite elástico (N/mm <sup>2</sup> )	275	-
<b>ACERO LAMINADO EN CHAPA</b>		
Designación	S-275 JO	-
Límite elástico (N/mm <sup>2</sup> )	275	-

### 3.5. Acciones adoptadas en el cálculo

Cuando se habla de acciones se hace referencia a las cargas que actúan sobre un edificio. Este término engloba no sólo fuerzas, sino también otras causas que puedan afectar a la estructura, como cambios de temperatura o asientos del terreno. Las principales acciones a tener en cuenta son el viento, la nieve, las de uso y las de los propios materiales. Estas se clasifican en permanentes, variables y accidentales.

Estas acciones están determinadas por las características del terreno y de la zona. Las acciones que influyen en el modelo de cálculo son las siguientes, que quedan resumidas en la tabla a continuación.

A. Nieve:

- Zona: 3
- Altitud: 772 msnm

B. Viento

- Aspereza: Grado II (Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia)
- Velocidad: Zona A (26 m/s)

C. Sísmicas: No se consideran, por su situación geográfica

D. Número de huecos: variable

**Tabla 7: Acciones determinantes del modelo de cálculo**

ACCIONES		EDIFICIO			
		A. ESTR	N. MAD	I. VERM	A. PROD
NIEVE	ZONA	3	3	3	3
	ALTITUD	772	772	772	772
VIENTO	ASPEREZA	II	II	II	II
	VELOCIDAD	A	A	A	A
	ALTURA	6,7	7	7,8	6,7
SÍSMICAS		-	-	-	-
Nº DE HUECOS (%)		20%	100%	20%	20%

**Tabla 8: Resumen de cargas en edificios**

ACCIONES		EDIFICIOS			
		A. ESTR	N. MAD	N. VERM	A. PROD
CARGA PERMANENTE	Intensidad (KN/m <sup>2</sup> )	0,15	0,15	0,15	0,15
	Proyección	Cubierta	Cubierta	Cubierta	Cubierta
	Duración	Permanente	Permanente	Permanente	Permanente
CARGA MANTENIMIENTO	Intensidad (KN/m <sup>2</sup> )	0,4	0,4	0,4	0,4
	Proyección	Horizontal	Horizontal	Horizontal	Horizontal
	Duración	Corta	Corta	Corta	Corta
CARGA NIEVE	Intensidad (KN/m <sup>2</sup> )	0,472	0,6	0,472	0,472
	Proyección	Horizontal	Horizontal	Horizontal	Horizontal
	Duración	Corta	Corta	Corta	Corta
VIENTO PRESIÓN MAYOR	Intensidad (KN/m <sup>2</sup> )	0,169	0,1	0,149	0,144
	Proyección	Cubierta	Cubierta	Cubierta	Cubierta
	Duración	Corta	Corta	Corta	Corta
VIENTO SUCCIÓN MAYOR	Intensidad (KN/m <sup>2</sup> )	0,755	0,4	0,803	0,789
	Proyección	Cubierta	Cubierta	Cubierta	Cubierta
	Duración	Corta	Corta	Corta	Corta

### 3.6. Cálculo de la estructura

El cálculo de la estructura se ha realizado con el software (versión estudiantes) *Metalpla XE7*.

A continuación, se adjuntan los datos de la estructura, precedidos por un esquema de la misma, con la numeración de nudos y barras.

#### A. Almacén de estructurante

##### Datos generales

- Número de nudos: 5.
- Número de barras: 4.
- Número de hipótesis de carga/ combinación de hipótesis: 6/14.
- Material: acero S-275.
- Se incluye el peso propio de la estructura.
- Método de cálculo: segundo orden.
- Coeficiente de minoración del hormigón: 1,5.
- Coeficiente de minoración del acero: 1,5.
- Tensión admisible del terreno: 0,2 N/mm<sup>2</sup>.
- Coeficiente de rozamiento de las zapatas al terreno: 0,5
- Coeficiente de mayoración de las acciones: 1,5
- Coeficiente de seguridad al vuelco: 1,5.
- Coeficiente de seguridad a deslizamientos: 1,5.

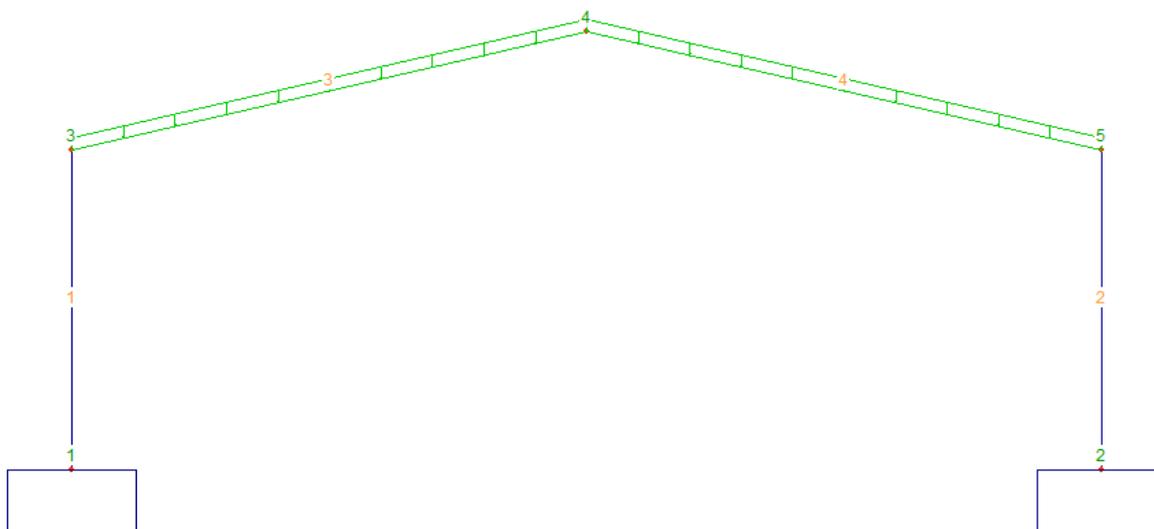


Imagen 1: Esquema de la estructura del almacén de estructurante (Metalpla, 2020)

Tabla 9: Hipótesis de carga en Almacén de estructurante

DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA	DURACIÓN
Permanente	Permanente	No procede
Mantenimiento	Categoría G: Cubiertas accesibles para mantenimiento	No procede
Nieve	Nieve : Altitud < 1.000 m sobre el nivel del mar	No procede
Viento transversal A	Viento: Cargas en edificación	No procede
Viento transversal B	Viento: Cargas en edificación	No procede
Viento longitudinal	Viento: Cargas en edificación	No procede

**Tabla 10: Barras de Almacén de estructurante**

<b>Nº</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>PERFIL</b>	<b>TAMAÑO</b>	<b>MATERIAL</b>
1	Pilar	HEB	200	Acero S-275 JO
2	Pilar	HEB	200	Acero S-275 JO
3	Viga	IPE	240	Acero S-275 JO
4	Viga	IPE	240	Acero S-275 JO

**Tabla 11: Combinación de hipótesis en Almacén de estructurante**

VALOR	HIPÓTESIS					
COMBINACIÓN	1	2	3	4	5	6
1	1,35					
2	1,35	1,5				
3	1,35		1,5			
4	1,35			1,5		
5	1,35				1,5	
6	1,35		1,5	0,9		
7	1,35		1,5		0,9	
8	1,35		1,5			0,9
9	1,35		0,75	1,5		
10	1,35		0,75		1,5	
11	1,35		0,75			1,5
12	0,80			1,5		
13	0,80				1,5	
14	0,80					1,5

**Proyecto : Planta de compostaje**  
**Estructura : Almacén de estructurante**

## DATOS GENERALES

### Datos Generales

Número de nudos .....	5
Número de barras .....	4
Número de hipótesis de carga .....	6
Número de combinación de hipótesis .....	14
Material .....	Acero S-275
Se incluye el peso propio de la estructura .....	Sí
Método de cálculo .....	Segundo Orden

### Hipótesis de carga

Núm	Descripción	Categoría	Duración
1	Permanente	Permanente	No procede
2	Mantenimiento	Categoría G: Cubiertas accesibles para mantenimiento	No procede
3	Nieve	Nieve : Altitud < 1.000 m sobre el nivel del mar	No procede
4	Viento transversal A	Viento: Cargas en edificación	No procede
5	Viento transversal B	Viento: Cargas en edificación	No procede
6	Viento longitudinal	Viento: Cargas en edificación	No procede

## NUDOS

### NUDOS. Coordenadas en metros.

Número	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Coacción
1	0,00	0,00	0,00	Empotramiento
2	16,00	0,00	0,00	Empotramiento
3	0,00	5,00	0,00	Nudo libre
4	8,00	6,85	0,00	Nudo libre
5	16,00	5,00	0,00	Nudo libre

## BARRAS

### BARRAS. (kN m / radián)

Barra	Nudo i	Nudo j	Clase	Lep	Lept	Grupo	Beta	Articulación
1	1	3	Pilar	7,86	5,00	1	0,00	Sin enlaces articulados
2	2	5	Pilar	11,85	5,00	1	0,00	Sin enlaces articulados
3	3	4	Viga	0,00	0,00	2	0,00	Sin enlaces articulados
4	4	5	Viga	0,00	0,00	2	0,00	Sin enlaces articulados

**Proyecto : Planta de compostaje**  
**Estructura : Almacén de estructurante**

**BARRAS.**

Barra	Tabla	Tamaño	Material
1	I HEB	200	Material menú
2	I HEB	200	Material menú
3	IPE	240	Material menú
4	IPE	240	Material menú

**CARGAS EN BARRA**

CARGAS EN BARRAS.		(kN y mkN)	Angulo : grados sexagesimales				
Hip.	Barra	Tipo	Ejes	Intensidad	Angulo	Dist.(m.)	L.Aplic.(m)
1	1	Uniforme p.p.	Generales	0,631	90	0,00	0,00
1	2	Uniforme p.p.	Generales	0,631	90	0,00	0,00
1	3	Uniforme p.p.	Generales	0,316	90	0,00	0,00
1	3	Uniforme	Generales	0,391	90	0,00	0,00
1	4	Uniforme	Generales	0,391	90	0,00	0,00
1	4	Uniforme p.p.	Generales	0,316	90	0,00	0,00
2	3	Uniforme	Generales	2,177	90	0,00	0,00
2	4	Uniforme	Generales	2,177	90	0,00	0,00
3	3	Uniforme	Generales	2,568	90	0,00	0,00
3	4	Uniforme	Generales	2,568	90	0,00	0,00
4	1	Uniforme	Generales	3,509	0	0,00	0,00
4	2	Uniforme	Generales	1,685	360	0,00	0,00
4	3	Uniforme	Generales	1,912	257	0,00	0,00
4	3	Parcial uniforme	Generales	3,092	257	0,00	1,37
4	4	Uniforme	Generales	1,498	-76,98	0,00	0,00
4	4	Parcial uniforme	Generales	2,564	-76,98	0,00	1,37
5	1	Uniforme	Generales	3,509	0	0,00	0,00
5	2	Uniforme	Generales	1,685	360	0,00	0,00
5	3	Uniforme	Generales	0,855	76,98	0,00	0,00
5	4	Uniforme	Generales	0,633	-76,98	0,00	0,00
6	1	Uniforme	Generales	3,879	180	0,00	0,00
6	2	Uniforme	Generales	3,879	360	0,00	0,00
6	3	Uniforme	Generales	3,485	257	0,00	0,00
6	4	Uniforme	Generales	3,489	-76,98	0,00	0,00

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

**COMBINACIONES DE HIPOTESIS**

**Proyecto : Planta de compostaje**  
**Estructura : Almacén de estructurante**

**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	0,90		
7	1,35		1,50		0,90	
8	1,35		1,50			0,90
9	1,35		0,75	1,50		
10	1,35		0,75		1,50	
11	1,35		0,75			1,50
12	0,80			1,50		
13	0,80				1,50	
14	0,80					1,50

**DATOS DE CALCULO DE CIMENTACION**

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

DATOS GENERALES

HORMIGON : Resistencia característica (N/mm<sup>2</sup>.).....: 25  
HORMIGON : Coeficiente de minoración  $\zeta_c$ .....: 1,5  
ACERO : Límite elástico característico (N/mm<sup>2</sup>).....: 500  
ACERO : Coeficiente de minoración  $\zeta_s$ .....: 1,15  
TERRENO : Tensión admisible (N/mm<sup>2</sup>).....: 0,2  
TERRENO : Coeficiente de rozamiento zapata terreno ....: 0,5  
ACCIONES : Coeficiente de mayoración  $\zeta_f$ .....: 1,5  
VUELCO : Coeficiente de seguridad.....: 1,5  
DESLIZAMIENTO : Coeficiente de seguridad.....: 1,5  
PRECIO : Excavación (Euros/m<sup>3</sup>).....: 25  
PRECIO : Hormigón (Euros/m<sup>3</sup>).....: 120  
PRECIO : Acero (Euros/kg.).....: 35  
PRECIO : Pórtico metálico (Euros/kg.).....: 2,1  
PRECIO : Correas (Euros/kg.).....: 2,5  
PRECIO : Viga carril (Euros/kg.).....: 2,1

N.GRU	A/B-max	H-min	HT (m.)	$\delta$ (DEP/A)	F (kN.)	DF (m.)	Nudo
1	1	0	0		0	0	1
1	1	0	0		0	0	2





**Proyecto : Planta de compostaje****Estructura : Almacén de estructurante****DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS. (mm , 100 x rad. )**

<i>Integridad</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Confort</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Apariencia</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cálculo</i>	<b>4</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Integridad</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Confort</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Apariencia</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cálculo</i>	<b>5</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Integridad</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Confort</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Apariencia</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cálculo</i>	<b>6</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Integridad</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Confort</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Apariencia</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cálculo</i>	<b>7</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Integridad</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Confort</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Apariencia</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cálculo</i>	<b>8</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Integridad</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Confort</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Apariencia</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cálculo</i>	<b>9</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Integridad</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Confort</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Apariencia</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cálculo</i>	<b>10</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Integridad</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Confort</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Apariencia</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cálculo</i>	<b>11</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Integridad</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Confort</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Apariencia</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cálculo</i>	<b>12</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Almacén de estructurante**

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

<i>Integridad</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Confort</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Apariencia</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cálculo</i>	<b>13</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Integridad</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Confort</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Apariencia</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cálculo</i>	<b>14</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Integridad</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Confort</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Apariencia</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Nudo : 3**

<b>Clase</b>	<b>Combinación</b>	<b>Desp. X</b>	<b>Desp. Y</b>	<b>Desp. Z</b>	<b>Giro X</b>	<b>Giro Y</b>	<b>Giro Z</b>
<i>Cálculo</i>	<b>1</b>	-3,66	-0,03	0,00	0,00	0,00	-0,05
<i>Integridad</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Confort</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Apariencia</i>		-2,70	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,04
<i>Cálculo</i>	<b>2</b>	-16,48	-0,11	0,00	0,00	0,00	-0,22
<i>Integridad</i>		-8,31	-0,05	0,00	0,00	0,00	-0,11
<i>Confort</i>		-8,31	-0,05	0,00	0,00	0,00	-0,11
<i>Apariencia</i>		-2,70	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,04
<i>Cálculo</i>	<b>3</b>	-18,83	-0,13	0,00	0,00	0,00	-0,25
<i>Integridad</i>		-9,81	-0,06	0,00	0,00	0,00	-0,13
<i>Confort</i>		-9,81	-0,06	0,00	0,00	0,00	-0,13
<i>Apariencia</i>		-2,70	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,04
<i>Cálculo</i>	<b>4</b>	21,11	0,06	0,00	0,00	0,00	-0,07
<i>Integridad</i>		16,64	0,06	0,00	0,00	0,00	-0,02
<i>Confort</i>		16,64	0,06	0,00	0,00	0,00	-0,02
<i>Apariencia</i>		-2,70	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,04
<i>Cálculo</i>	<b>5</b>	21,30	-0,04	0,00	0,00	0,00	-0,61
<i>Integridad</i>		16,51	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,37
<i>Confort</i>		16,51	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,37
<i>Apariencia</i>		-2,70	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,04
<i>Cálculo</i>	<b>6</b>	-3,43	-0,07	0,00	0,00	0,00	-0,27

**Proyecto : Planta de compostaje****Estructura : Almacén de estructurante****DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS. (mm , 100 x rad. )**

<i>Integridad</i>		0,17	-0,03	0,00	0,00	0,00	-0,14
<i>Confort</i>		6,83	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,15
<i>Apariencia</i>		-2,70	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,04
<i>Cálculo</i>	<b>7</b>	-3,57	-0,14	0,00	0,00	0,00	-0,60
<i>Integridad</i>		0,10	-0,07	0,00	0,00	0,00	-0,36
<i>Confort</i>		6,70	-0,07	0,00	0,00	0,00	-0,51
<i>Apariencia</i>		-2,70	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,04
<i>Cálculo</i>	<b>8</b>	-9,33	-0,05	0,00	0,00	0,00	-0,14
<i>Integridad</i>		-3,75	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,06
<i>Confort</i>		0,30	0,02	0,00	0,00	0,00	-0,02
<i>Apariencia</i>		-2,70	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,04
<i>Cálculo</i>	<b>9</b>	13,96	0,02	0,00	0,00	0,00	-0,18
<i>Integridad</i>		11,73	0,03	0,00	0,00	0,00	-0,08
<i>Confort</i>		6,83	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,15
<i>Apariencia</i>		-2,70	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,04
<i>Cálculo</i>	<b>10</b>	14,04	-0,09	0,00	0,00	0,00	-0,72
<i>Integridad</i>		11,61	-0,04	0,00	0,00	0,00	-0,44
<i>Confort</i>		6,70	-0,07	0,00	0,00	0,00	-0,51
<i>Apariencia</i>		-2,70	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,04
<i>Cálculo</i>	<b>11</b>	4,09	0,05	0,00	0,00	0,00	0,03
<i>Integridad</i>		5,20	0,05	0,00	0,00	0,00	0,05
<i>Confort</i>		0,30	0,02	0,00	0,00	0,00	-0,02
<i>Apariencia</i>		-2,70	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,04
<i>Cálculo</i>	<b>12</b>	22,52	0,08	0,00	0,00	0,00	-0,05
<i>Integridad</i>		16,64	0,06	0,00	0,00	0,00	-0,02
<i>Confort</i>		16,64	0,06	0,00	0,00	0,00	-0,02
<i>Apariencia</i>		-2,70	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,04
<i>Cálculo</i>	<b>13</b>	22,73	-0,03	0,00	0,00	0,00	-0,59
<i>Integridad</i>		16,51	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,37
<i>Confort</i>		16,51	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,37
<i>Apariencia</i>		-2,70	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,04
<i>Cálculo</i>	<b>14</b>	12,64	0,11	0,00	0,00	0,00	0,15
<i>Integridad</i>		10,10	0,09	0,00	0,00	0,00	0,12
<i>Confort</i>		10,10	0,09	0,00	0,00	0,00	0,12
<i>Apariencia</i>		-2,70	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,04

**Proyecto : Planta de compostaje****Estructura : Almacén de estructurante****DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS. (mm , 100 x rad. )****Nudo : 4**

<b>Clase</b>	<b>Combinación</b>	<b>Desp. X</b>	<b>Desp. Y</b>	<b>Desp. Z</b>	<b>Giro X</b>	<b>Giro Y</b>	<b>Giro Z</b>
<i>Cálculo</i>	<b>1</b>	0,00	-16,16	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Integridad</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Confort</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Apariencia</i>		0,00	-11,91	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cálculo</i>	<b>2</b>	0,00	-72,62	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Integridad</i>		0,00	-36,65	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Confort</i>		0,00	-36,65	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Apariencia</i>		0,00	-11,91	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cálculo</i>	<b>3</b>	0,00	-82,97	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Integridad</i>		0,00	-43,24	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Confort</i>		0,00	-43,24	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Apariencia</i>		0,00	-11,91	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cálculo</i>	<b>4</b>	12,84	36,48	0,00	0,00	0,00	0,09
<i>Integridad</i>		8,64	35,27	0,00	0,00	0,00	0,06
<i>Confort</i>		8,64	35,27	0,00	0,00	0,00	0,06
<i>Apariencia</i>		0,00	-11,91	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cálculo</i>	<b>5</b>	24,80	-15,52	0,00	0,00	0,00	0,45
<i>Integridad</i>		16,40	0,43	0,00	0,00	0,00	0,30
<i>Confort</i>		16,40	0,43	0,00	0,00	0,00	0,30
<i>Apariencia</i>		0,00	-11,91	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cálculo</i>	<b>6</b>	7,92	-50,00	0,00	0,00	0,00	0,06
<i>Integridad</i>		5,18	-22,07	0,00	0,00	0,00	0,04
<i>Confort</i>		8,64	-7,96	0,00	0,00	0,00	0,06
<i>Apariencia</i>		0,00	-11,91	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cálculo</i>	<b>7</b>	15,18	-82,66	0,00	0,00	0,00	0,28
<i>Integridad</i>		9,84	-42,97	0,00	0,00	0,00	0,18
<i>Confort</i>		16,40	-42,80	0,00	0,00	0,00	0,30
<i>Apariencia</i>		0,00	-11,91	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cálculo</i>	<b>8</b>	0,01	-40,65	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Integridad</i>		0,01	-16,20	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Confort</i>		0,02	1,82	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Apariencia</i>		0,00	-11,91	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cálculo</i>	<b>9</b>	12,97	4,39	0,00	0,00	0,00	0,09

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Almacén de estructurante**

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

<i>Integridad</i>		8,64	13,65	0,00	0,00	0,00	0,06
<i>Confort</i>		8,64	-7,96	0,00	0,00	0,00	0,06
<i>Apariencia</i>		0,00	-11,91	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cálculo</i>	<b>10</b>	25,05	-48,65	0,00	0,00	0,00	0,45
<i>Integridad</i>		16,40	-21,18	0,00	0,00	0,00	0,30
<i>Confort</i>		16,40	-42,80	0,00	0,00	0,00	0,30
<i>Apariencia</i>		0,00	-11,91	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cálculo</i>	<b>11</b>	0,02	18,79	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Integridad</i>		0,02	23,44	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Confort</i>		0,02	1,82	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Apariencia</i>		0,00	-11,91	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cálculo</i>	<b>12</b>	12,81	42,89	0,00	0,00	0,00	0,09
<i>Integridad</i>		8,64	35,27	0,00	0,00	0,00	0,06
<i>Confort</i>		8,64	35,27	0,00	0,00	0,00	0,06
<i>Apariencia</i>		0,00	-11,91	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cálculo</i>	<b>13</b>	24,73	-8,91	0,00	0,00	0,00	0,45
<i>Integridad</i>		16,40	0,43	0,00	0,00	0,00	0,30
<i>Confort</i>		16,40	0,43	0,00	0,00	0,00	0,30
<i>Apariencia</i>		0,00	-11,91	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cálculo</i>	<b>14</b>	0,02	56,53	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Integridad</i>		0,02	45,05	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Confort</i>		0,02	45,05	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Apariencia</i>		0,00	-11,91	0,00	0,00	0,00	0,00

**Nudo : 5**

<b>Clase</b>	<b>Combinación</b>	<b>Desp. X</b>	<b>Desp. Y</b>	<b>Desp. Z</b>	<b>Giro X</b>	<b>Giro Y</b>	<b>Giro Z</b>
<i>Cálculo</i>	<b>1</b>	3,66	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,05
<i>Integridad</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Confort</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Apariencia</i>		2,70	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,04
<i>Cálculo</i>	<b>2</b>	16,48	-0,11	0,00	0,00	0,00	0,22
<i>Integridad</i>		8,31	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,11
<i>Confort</i>		8,31	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,11
<i>Apariencia</i>		2,70	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,04
<i>Cálculo</i>	<b>3</b>	18,83	-0,13	0,00	0,00	0,00	0,25

**Proyecto : Planta de compostaje****Estructura : Almacén de estructurante**

<b>DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.</b>		<b>(mm , 100 x rad. )</b>					
<i>Integridad</i>		9,81	-0,06	0,00	0,00	0,00	0,13
<i>Confort</i>		9,81	-0,06	0,00	0,00	0,00	0,13
<i>Apariencia</i>		2,70	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,04
<i>Cálculo</i>	<b>4</b>	4,56	0,03	0,00	0,00	0,00	-0,33
<i>Integridad</i>		0,64	0,04	0,00	0,00	0,00	-0,25
<i>Confort</i>		0,64	0,04	0,00	0,00	0,00	-0,25
<i>Apariencia</i>		2,70	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,04
<i>Cálculo</i>	<b>5</b>	28,27	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,54
<i>Integridad</i>		16,27	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,39
<i>Confort</i>		16,27	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,39
<i>Apariencia</i>		2,70	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,04
<i>Cálculo</i>	<b>6</b>	19,25	-0,09	0,00	0,00	0,00	0,02
<i>Integridad</i>		10,19	-0,04	0,00	0,00	0,00	-0,02
<i>Confort</i>		10,44	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,12
<i>Apariencia</i>		2,70	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,04
<i>Cálculo</i>	<b>7</b>	33,90	-0,12	0,00	0,00	0,00	-0,11
<i>Integridad</i>		19,57	-0,06	0,00	0,00	0,00	-0,10
<i>Confort</i>		26,08	-0,06	0,00	0,00	0,00	-0,26
<i>Apariencia</i>		2,70	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,04
<i>Cálculo</i>	<b>8</b>	9,35	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,14
<i>Integridad</i>		3,76	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,06
<i>Confort</i>		-0,26	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01
<i>Apariencia</i>		2,70	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,04
<i>Cálculo</i>	<b>9</b>	11,97	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,23
<i>Integridad</i>		5,54	0,01	0,00	0,00	0,00	-0,19
<i>Confort</i>		10,44	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,12
<i>Apariencia</i>		2,70	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,04
<i>Cálculo</i>	<b>10</b>	36,04	-0,07	0,00	0,00	0,00	-0,45
<i>Integridad</i>		21,17	-0,03	0,00	0,00	0,00	-0,32
<i>Confort</i>		26,08	-0,06	0,00	0,00	0,00	-0,26
<i>Apariencia</i>		2,70	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,04
<i>Cálculo</i>	<b>11</b>	-4,04	0,05	0,00	0,00	0,00	-0,03
<i>Integridad</i>		-5,17	0,05	0,00	0,00	0,00	-0,05
<i>Confort</i>		-0,26	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01
<i>Apariencia</i>		2,70	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,04
<i>Cálculo</i>	<b>12</b>	3,07	0,05	0,00	0,00	0,00	-0,35

**Proyecto : Planta de compostaje**  
**Estructura : Almacén de estructurante**

DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.		(mm , 100 x rad. )					
<i>Integridad</i>		0,64	0,04	0,00	0,00	0,00	-0,25
<i>Confort</i>		0,64	0,04	0,00	0,00	0,00	-0,25
<i>Apariencia</i>		2,70	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,04
<i>Cálculo</i>	<b>13</b>	26,70	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,56
<i>Integridad</i>		16,27	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,39
<i>Confort</i>		16,27	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,39
<i>Apariencia</i>		2,70	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,04
<i>Cálculo</i>	<b>14</b>	-12,60	0,11	0,00	0,00	0,00	-0,15
<i>Integridad</i>		-10,07	0,09	0,00	0,00	0,00	-0,12
<i>Confort</i>		-10,07	0,09	0,00	0,00	0,00	-0,12
<i>Apariencia</i>		2,70	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,04

**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), corresponde 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 dividido por el coeficiente de rigidez del enlace.

## REACCIONES EN LOS APOYOS

REACCIONES EN LOS APOYOS.		(kN y mkN)				
<b>Nudo : 1</b>						
Combinación	Reacc. X	Reacc. Y	Reacc. Z	Mom. X	Mom. Y	Mom. Z
1	5,625	12,101	0,000	0,000	0,000	-12,899
2	25,084	38,915	0,000	0,000	0,000	-57,806
3	28,615	43,730	0,000	0,000	0,000	-66,003
4	-35,419	-19,130	0,000	0,000	0,000	68,163
5	-19,928	16,693	0,000	0,000	0,000	42,720
6	3,748	24,984	0,000	0,000	0,000	-16,160
7	13,297	46,484	0,000	0,000	0,000	-32,297
8	23,528	18,631	0,000	0,000	0,000	-40,932
9	-24,157	-3,320	0,000	0,000	0,000	42,652
10	-8,479	32,506	0,000	0,000	0,000	16,666
11	9,053	-13,917	0,000	0,000	0,000	0,929
12	-37,681	-24,059	0,000	0,000	0,000	73,248

**Proyecto : Planta de compostaje****Estructura : Almacén de estructurante****REACCIONES EN LOS APOYOS.****(kN y mkN)**

13	-22,225	11,765	0,000	0,000	0,000	47,902
14	-4,319	-34,661	0,000	0,000	0,000	31,279

**Nudo : 2**

<b>Combinación</b>	<b>Reacc. X</b>	<b>Reacc. Y</b>	<b>Reacc. Z</b>	<b>Mom. X</b>	<b>Mom. Y</b>	<b>Mom. Z</b>
1	-5,625	12,101	0,000	0,000	0,000	12,899
2	-25,084	38,915	0,000	0,000	0,000	57,806
3	-28,615	43,730	0,000	0,000	0,000	66,003
4	-2,143	-8,912	0,000	0,000	0,000	2,668
5	-23,156	10,173	0,000	0,000	0,000	60,469
6	-26,285	31,130	0,000	0,000	0,000	59,268
7	-39,147	42,575	0,000	0,000	0,000	94,969
8	-23,535	18,617	0,000	0,000	0,000	40,970
9	-13,405	6,908	0,000	0,000	0,000	28,555
10	-34,605	25,989	0,000	0,000	0,000	87,163
11	-9,064	-13,940	0,000	0,000	0,000	-0,867
12	0,120	-13,844	0,000	0,000	0,000	-2,522
13	-20,859	5,241	0,000	0,000	0,000	55,101
14	4,308	-34,685	0,000	0,000	0,000	-31,218

## NOTACIONES DE BARRAS DE ACERO-I

### Limite elástico

$f_y$  varía con la calidad y espesor del acero.

### Coefficiente parcial para la resistencia del acero:

$\gamma_M$  Coeficiente parcial de seguridad para la resistencia del acero según artículo 15.3 de la EAE.

### Esfuerzos de cálculo:

$N_{Ed}$  esfuerzo axial 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 1 y 2, respecto al eje  $y-y$ .

### Esfuerzos de agotamiento de la sección:

$N_{pl}$  esfuerzo axial 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.

### Coefficientes de interacción

$k_{y,y}$ ,  $k_{y,z}$ ,  $k_{z,y}$ ,  $k_{z,z}$  coeficientes de interacción correspondientes a elementos sometidos a compresión y flexión, artículo 35.3 de la EAE, obtenidos según la tabla 35.3.c(a), Método 2 de la EAE.

# 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;

$k_\phi$  coeficiente para el que se adoptan los valores siguientes:

$k_\phi = 1$  si los apoyos liberan el giro torsional;

$k_\phi = 0,50$  si los apoyos son empotramientos que coaccionan totalmente el giro torsional;

$k_\phi = 0,70$  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 albeo 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)

$$Ec.1 - i = N_{Ed} / (A^* \cdot f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \cdot (W_y \cdot f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \cdot f_y / \gamma_M)$$

**Pandeo eje débil y-y** (con y sin vuelco)

$$Ec.2 - i = N_{Ed} / \{X_y \cdot (A^* \cdot f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \cdot M_z^* / \{X_{LT} \cdot (W_z \cdot f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \cdot M_y^* / (W_y \cdot f_y / \gamma_M)$$

**Pandeo eje fuerte z-z** (con y sin vuelco)

$$Ec.3 - i = N_{Ed} / \{X_z \cdot (A^* \cdot f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \cdot M_z^* / \{X_{LT} \cdot (W_z \cdot f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \cdot M_y^* / (W_y \cdot f_y / \gamma_M)$$

$$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed} \quad M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed} \quad A^* = A_{eff} \quad \text{En secciones de clase 1,2 ó 3 } e_{N,y} = 0; \quad e_{N,z} = 0$$

Si  $N_d > 0$  (barra traccionada), los coeficientes  $X_y$  y  $X_z$  valen 1.

Si no hay vuelco  $X_{LT}$  vale 1.

$$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed} \quad M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed} \quad A^* = A_{eff}$$

Los coeficientes  $k_{yy}$ ,  $k_{yz}$ ,  $k_{zy}$ ,  $k_{zz}$  según tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$$M_{cr} = c_1 \cdot (\pi / L_v) \cdot (G \cdot I_t \cdot E \cdot I_y)^{1/2} \cdot \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}; \quad \kappa = L_v \cdot \{ I_t / (2,6 \cdot I_A) \}^{1/2}$$

## COMPROBACION DE BARRAS

### COMPROBACION DE BARRAS.

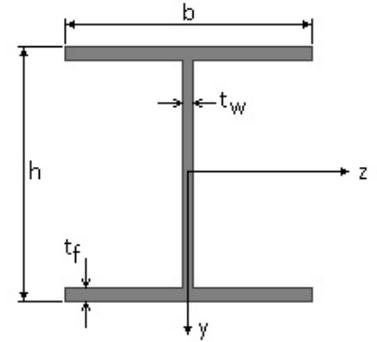
Barra : 1

I HEB. Tamaño : 200

**Proyecto : Planta de compostaje**  
**Estructura : Almacén de estructurante**

**COMPROBACION DE BARRAS.**

Material : Acero S-275



Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
78,1	570	200	642	300

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
5700	2000	63,4

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	275	410	

Dimensiones en mm

b = 200      h = 200  
t<sub>w</sub> = 9      t<sub>f</sub> = 15

Pandeo						
Eje	$l_k (m) = \beta \times l$	$\lambda$	$\lambda_E$	$\lambda_{adimensional}$	$\Phi$	X
z-z	7,86 = 1,57 x 5,00	92	86,81	1,06	1,21	0,560
y-y	5,00 = 1,00 x 5,00	98,81	86,81	1,14	1,38	0,464

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

**Aclaración de notaciones**

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAIXIAL** (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

$i(\text{Comb.:3}) = 39,36 \times 10^3 / (7810 \times 275 / 1,05) + 77,9 \times 10^6 / \{1 \times 642000 \times 275 / 1,05\} = 0,483$  (126 N/mm<sup>2</sup>)

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)  $\lambda_{adim,y}(3) = 1,14$ ;  $\lambda_y(3) = 99$ ;  $\beta_y(3) = 1,00$

$N_{Rk} = 7810 \times 275 / 1,05 = 204548$  N;       $N_{Ed} = -39360$  N

$C_{my} = 0,60$ ;  $C_{mz} = 0,90$ ;  $k_{yz} = 0,414$ ;  $k_{yy} = 0,709$

$i(\text{Comb.:3}) = 43622,35 / (0,464 \times 7810 \times 275 / 1,05) + 0,414 \times 77896664 / \{1 \times 642000 \times 275 / 1,05\} = 0,238$  (62 N/mm<sup>2</sup>)

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)  $\lambda_{adimensional,z}(3) = 1,22$ ;  $\lambda_z(3) = 106$ ;  $\beta_z(3) = 1,81$ ;  $\alpha_{Crf}(3) = 32,89$

$N_{Rk} = 7810 \times 275 / 1,05 = 204548$  N;       $N_{Ed} = -39360$  N

**Proyecto : Planta de compostaje**  
**Estructura : Almacén de estructurante**

**COMPROBACION DE BARRAS.**

$C_{my} = 0,60$ ;  $C_{mz} = 0,90$ ;  $k_{zy} = 0,425$ ;  $k_{zz} = 0,690$

$i(\text{Comb.:3}) = 43622,35 / (0,47 \times 7810 \times 275 / 1,05) + 0,69 \times 77896664 / \{1 \times 642000 \times 275 / 1,05\} = 0,366$  (96 N/mm<sup>2</sup>)

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 :  $V_{y,Ed} = 37572,64$  N      Combinación :12

Area eficaz a corte :  $A_{y,v} = 2485$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,y,Rd} = 2485 \times 275 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 375759$  N      Ec.8

$i(12) = 37573 / 375759 = 0,1$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

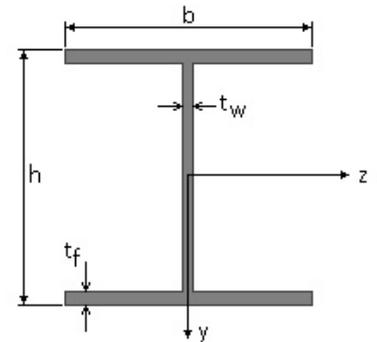
**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 49 %

**Barra : 2**

I HEB. Tamaño : 200

Material : Acero S-275



Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
78,1	570	200	642	300

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
5700	2000	63,4

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	275	410	

Dimensiones en mm  
 b = 200      h = 200  
 t<sub>w</sub> = 9      t<sub>f</sub> = 15

Pandeo						
Eje	$l_k (m) = \beta \times l$	$\lambda$	$\lambda_E$	$\lambda_{adimensional}$	$\Phi$	X
z-z	11,85 = 2,37 x 5,00	138,73	86,81	1,6	2,01	0,309
y-y	5,00 = 1,00 x 5,00	98,81	86,81	1,14	1,38	0,464

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Almacén de estructurante

### COMPROBACION DE BARRAS.

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAIXIAL** (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

$i(\text{Comb.:7}) = 42,31 \times 10^3 / (7810 \times 275 / 1,05) + 94,97 \times 10^6 / \{1 \times 642000 \times 275 / 1,05\} = 0,585$  (153 N/mm<sup>2</sup>)

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)**  $\lambda_{adim,y}(7) = 1,14$ ;  $\lambda_y(7) = 99$ ;  $\beta_y(7) = 1,00$

$N_{Rk} = 7810 \times 275 / 1,05 = 204548$  N;       $N_{Ed} = -42309$  N

$C_{my} = 0,60$ ;  $C_{mz} = 0,90$ ;       $k_{yz} = 0,414$ ;       $k_{yy} = 0,708$

$i(\text{Comb.:7}) = 42308,96 / (0,464 \times 7810 \times 275 / 1,05) + 0,414 \times 94968888 / \{1 \times 642000 \times 275 / 1,05\} = 0,279$  (73 N/mm<sup>2</sup>)

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)**  $\lambda_{adimensional,z}(7) = 1,26$ ;  $\lambda_z(7) = 110$ ;  $\beta_z(7) = 1,87$ ;  $\alpha_{crit}(7) = 31,88$

$N_{Rk} = 7810 \times 275 / 1,05 = 204548$  N;       $N_{Ed} = -42309$  N

$C_{my} = 0,60$ ;  $C_{mz} = 0,90$ ;       $k_{zy} = 0,425$ ;       $k_{zz} = 0,691$

$i(\text{Comb.:7}) = 42308,96 / (0,45 \times 7810 \times 275 / 1,05) + 0,69 \times 94968888 / \{1 \times 642000 \times 275 / 1,05\} = 0,437$  (114 N/mm<sup>2</sup>)

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 :  $V_{y,Ed} = 39435,08$  N      Combinación : 7

Area eficaz a corte :  $A_{y,v} = 2485$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,y,Rd} = 2485 \times 275 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 375759$  N      Ec.8

$i(7) = 39435 / 375759 = 0,105$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 59 %

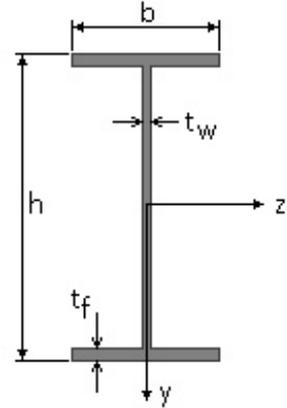
**Barra : 3**

**Proyecto : Planta de compostaje**  
**Estructura : Almacén de estructurante**

**COMPROBACION DE BARRAS.**

IPE. Tamaño : 240

Material : Acero S-275



Dimensiones en mm

b = 120            h = 240  
t<sub>w</sub> = 6,2            t<sub>f</sub> = 9,8

Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
39,1	324	47,3	386	70,5

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
3890	284	12

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	275	410	

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$              $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$              $A^* = A_{eff}$             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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;             $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;             $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

**Aclaración de notaciones**

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL** (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:3}) = 36,44 \times 10^3 / (3910 \times 275 / 1,05) + 77,9 \times 10^6 / \{1 \times 386000 \times 275 / 1,05\} = 0,806$  (211 N/mm<sup>2</sup>)

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 :  $V_{y,Ed} = 34970,52$  N      Combinación : 7

Area eficaz a corte :  $A_{y,v} = 1912,76$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,y,Rd} = 1912,8 \times 275 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 289230$  N      Ec.8

$i(7) = 34971 / 289230 = 0,12$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (7): 11,5 mm      adm.=l/300 = 27,3 mm

**Proyecto : Planta de compostaje**  
**Estructura : Almacén de estructurante**

**COMPROBACION DE BARRAS.**

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 1,9 mm adm.=l/300 = 27,3 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

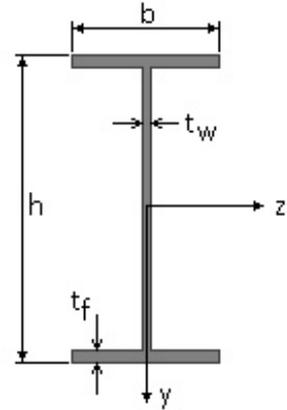
Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 81 %

Aprovechamiento por flecha de la barra : 42 %

**Barra : 4**

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 <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
39,1	324	47,3	386	70,5

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
3890	284	12

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	275	410	

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$                        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$                        $A^* = A_{eff}$                       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}; \quad \kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$$

$$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}; \quad \kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$$

**Aclaración de notaciones**

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAxIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)**

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

$$i(\text{Comb.:7}) = 39,42 \times 10^3 / (3910 \times 275 / 1,05) + 82,53 \times 10^6 / \{1 \times 386000 \times 275 / 1,05\} = 0,855 \quad (224 \text{ N/mm}^2)$$

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 :  $V_{y,Ed} = 32294,75 \text{ N}$       Combinación : 3

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 1912,76 \text{ mm}^2$

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Almacén de estructurante

#### COMPROBACION DE BARRAS.

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,y,Rd} = 1912,8 \times 275 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 289230 \text{ N}$  Ec.8

$i(3) = 32295 / 289230 = 0,112$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 20 / 20

#### DEFORMACIONES

##### Flecha vano

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (14): 8,7 mm adm.=l/300 = 27,3 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 1,9 mm adm.=l/300 = 27,3 mm.

#### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 86 %

Aprovechamiento por flecha de la barra : 31 %

#### RELACION DE BARRAS FUERA DE NORMA.

Todas las barras cumplen

**TODOS LOS DESPLAZAMIENTOS SOLICITADOS DE LOS NUDOS CUMPLEN.**

## PLACAS DE ANCLAJE

#### PLACAS DE ANCLAJE

##### Nudo : 1

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :

PLACA BASE	410 x 420 x 25 mm.
CARTELAS	150 x 420 x 12 mm.
ANCLAJES PRINCIPALES	3 Ø 20 de 744 mm. en cada paramento.

COMPROBACIONES :

##### HORMIGON

$$\sigma_{\text{hormigón}}(12) = 10 \times (4 \times 100 \times (10 \times 3,12 + x(,5 \times 0,42 - 0,05))) / (42 \times 0,41(0,875 \times 42 - 5)) = 5,4 \text{ N/mm}^2$$

(Res. Portante = 22 N/mm<sup>2</sup>)

##### ESPESOR PLACA BASE

$$\sigma_{\text{acero placa}}(12) = 10 \times (6 \times 0,001 \times 26261 / 2,5^2) = 252,1 \text{ N/mm}^2$$

(límite = 275 N/mm<sup>2</sup>)

##### ANCLAJE

Tracción máxima en anclajes (12) = 80,31 kN

Índice tracción rosca del anclaje (12) = 0,73

Long. anclaje EC-3 = 744 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm<sup>2</sup>)

##### ESPESOR DE LA CARTELA

$$\sigma_{\text{flexión}}(12) = 160,6 \text{ N/mm}^2$$

(límite = 275 N/mm<sup>2</sup>)

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Almacén de estructurante

### PLACAS DE ANCLAJE

(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	30	mm.
CARTELAS	150	x	420	x	15	mm.
ANCLAJES PRINCIPALES	3 Ø 20 de 859 mm. en cada paramento.					

COMPROBACIONES :

HORMIGON

$$\sigma_{\text{hormigón}}(7) = 10 \times (4 \times 100 \times (10 \times 3,12 + x(,5 \times 0,42 - 0,05))) / (42 \times 0,41(0.875 \times 42 - 5)) = 7,4 \text{ N/mm}^2$$

(Res. Portante = 22 N/mm<sup>2</sup>)

ESPESOR PLACA BASE

$$\sigma_{\text{acero placa}}(7) = 10 \times (6 \times 0.001 \times 35393 / 3^2) = 235,9 \text{ N/mm}^2$$

(límite = 275 N/mm<sup>2</sup>)

ANCLAJE

Tracción máxima en anclajes (7) = 92,66 kN  
Indice tracción rosca del anclaje (7) = 0,85  
Long. anclaje EC-3 = 859 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm<sup>2</sup>)

ESPESOR DE LA CARTELA

$$\sigma_{\text{flexión}}(7) = 163,8 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{límite} = 275 \text{ N/mm}^2)$$

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

## ZAPATAS

### ZAPATAS.

#### 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	1,40	0,31	0,31	0,00

fctd (N/mm <sup>2</sup> )	fcv (N/mm <sup>2</sup> )
1,20	0,13

COMBINACION :3

**Proyecto : Planta de compostaje**  
**Estructura : Almacén de estructurante**

**ZAPATAS.**

Combinación más desfavorable para : Arm. inferior

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.)
171,17	19,26	0,00	71,03	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,00	0,09	0,09	0,00

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
2,53	4,44

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai,y (cm <sup>2</sup> )	As,y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
-51,26	32,60	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai,z (cm <sup>2</sup> )	As,z (cm <sup>2</sup> )
-8,14	-8,14	0,01	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.)
129,26	-23,23	0,00	-77,27	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,09	0,00	0,00	0,09

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
1,76	2,78

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai,y (cm <sup>2</sup> )	As,y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
40,18	-47,46	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai,z (cm <sup>2</sup> )	As,z (cm <sup>2</sup> )
3,31	3,31	0,00	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

**Proyecto : Planta de compostaje**  
**Estructura : Almacén de estructurante**

**ZAPATAS.**

Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

RXz (kN.)	RYz (kN.)	RZz (kN.)	MZz (kNm.)	MYz (kNm.)
174,23	2,21	0,00	10,25	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,03	0,05	0,05	0,03

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
17,84	39,43

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai, y (cm <sup>2</sup> )	As, y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
-15,47	-3,48	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai, z (cm <sup>2</sup> )	As, z (cm <sup>2</sup> )	
-8,92	-8,92	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

COMBINACION :12

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.)
129,26	-23,23	0,00	-77,27	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,09	0,00	0,00	0,09

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
1,76	2,78

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai, y (cm <sup>2</sup> )	As, y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
40,18	-47,46	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai, z (cm <sup>2</sup> )	As, z (cm <sup>2</sup> )	
3,31	3,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

COMBINACION :14

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.)
122,20	-1,14	0,00	-18,66	0,00

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Almacén de estructurante

### ZAPATAS.

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma a$	$\sigma b$	$\sigma c$	$\sigma d$
0,04	0,02	0,02	0,04

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
6,88	53,67

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai, y (cm <sup>2</sup> )	As, y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
16,33	-5,50	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai, z (cm <sup>2</sup> )	As, z (cm <sup>2</sup> )	
5,10	5,10	0,00	0,00	0,00	0,00	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.)
2,10	2,00	1,40	0,31	0,31	0,00

fctd (N/mm <sup>2</sup> )	fcv (N/mm <sup>2</sup> )
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.)
171,17	-19,26	0,00	-71,03	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma a$	$\sigma b$	$\sigma c$	$\sigma d$
0,09	0,00	0,00	0,09

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
2,53	4,44

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai, y (cm <sup>2</sup> )	As, y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
------	------	----------------	-----	-----	--------	--------------------------	--------------------------	--------

**Proyecto : Planta de compostaje**  
**Estructura : Almacén de estructurante**

**ZAPATAS.**

32,60    -51,26    0,08    0,00    0,00    0,00    0,00    0,00    0,00

MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai, z (cm <sup>2</sup> )	As, z (cm <sup>2</sup> )
-8,14	-8,14	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

COMBINACION :7

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.)
169,88	-30,93	0,00	-118,90	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,16	0,00	0,00	0,16

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
1,50	2,75

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai, y (cm <sup>2</sup> )	As, y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
40,36	-97,09	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai, z (cm <sup>2</sup> )	As, z (cm <sup>2</sup> )
-7,75	-7,75	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

COMBINACION :10

Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + 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.)
169,88	-30,93	0,00	-118,90	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,16	0,00	0,00	0,16

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
1,50	2,75

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai, y (cm <sup>2</sup> )	As, y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
------	------	----------------	-----	-----	--------	--------------------------	--------------------------	--------

**Proyecto : Planta de compostaje**  
**Estructura : Almacén de estructurante**

**ZAPATAS.**

40,36    -97,09    0,15    0,00    0,00    0,00    0,00    0,00    0,00

MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	$A_{i,z}$ (cm <sup>2</sup> )	$A_{s,z}$ (cm <sup>2</sup> )
-7,75	-7,75	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

COMBINACION :14

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.)
122,18	1,13	0,00	18,61	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,02	0,04	0,04	0,02

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
6,89	54,01

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	$A_{i,y}$ (cm <sup>2</sup> )	$A_{s,y}$ (cm <sup>2</sup> )	T.punz
-5,47	16,30	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	$A_{i,z}$ (cm <sup>2</sup> )	$A_{s,z}$ (cm <sup>2</sup> )
5,10	5,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**CORREAS**

**CALCULO DE CORREAS.**

CARGA PERMANENTE : 0,07 kN/m<sup>2</sup>/Cubierta. Duración permanente  
 CARGA MANTENIMIENTO : 0,4 kN/m<sup>2</sup>/Proy. horizontal. Duración corta  
 CARGA NIEVE : 0,472 kN/m<sup>2</sup>/Proy. horizontal. Duración corta  
 VIENTO PRESION MAYOR : 0,153 kN/m<sup>2</sup>/Cubierta. Duración corta  
 VIENTO SUCCION MAYOR : 0,632 kN/m<sup>2</sup>/Cubierta. Duración corta  
 CARGA CONCENTRADA MANTENIMIENTO : 1 kN. Duración corta

MATERIAL CORREAS : Acero S-275  
 SECCION : IPE 100  
 PENDIENTE FALDON : 20 % Equiv. a 11 °  
 SEPARACION CORREAS : 1 m.  
 POSICION CORREAS : Normal al faldón  
 NUMERO TIRANTILLAS POR VANO : SUJETA

**Proyecto : Planta de compostaje**  
**Estructura : Almacén de estructurante**

**CALCULO DE CORREAS.**

LUZ DEL VANO : 5 m.  
NUMERO DE VANOS CONTINUOS : 3  
ALTITUD TOPOGRAFICA : 772

$$\text{Tension } \gamma_1 = 3150147,2 / 39400 + 0 / 8600 = 79,95 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{indice} = \gamma_1 / \gamma_{275} / 1,05 = 0,31$$

$\gamma_1$  Corresponde a : Permanente + 'Mantenimiento' + Nieve + Viento

Donde 'Mantenimiento' es la acción variable dominante

Este índice se corresponde con : Carga mantenimiento uniforme

Flecha vano relativa a la integridad en combinación característica  $\gamma_1 = 10,07$  mm. Admisible = 16,67 mm.

$\gamma_1$  Corresponde a : Permanente + 'Mantenimiento' + Nieve + Viento

Donde 'Mantenimiento' es la acción variable dominante

Flecha vano relativa a la apariencia en combinación casi permanente  $\gamma_1 = 3,58$  mm. Admisible = 16,67 mm.

$\gamma_1$  Corresponde a : Permanente + 'Mantenimiento' + Nieve + Viento

Donde 'Mantenimiento' es la acción variable dominante

**MEDICIONES**

**MEDICIONES.**

**BARRAS**

TIPO	DIMENSION	LONG. (m)	Peso (kg.)
I HEB	200	10	613,1
IPE	240	16,43	504,1
<b>Subtotal</b> .....			<b>1117,2</b>

**PLACAS DE ANCLAJE**

CHAPA	PESO (Kg.)
# 12	11,9
# 15	14,9
# 25	33,8
# 30	40,6
<b>Subtotal</b> .....	
<b>101,2</b>	

**ANCLAJES y BULONES**

REDONDO	LONG. (m)	PESO (Kg.)
---------	-----------	------------

**Proyecto : Planta de compostaje**  
**Estructura : Almacén de estructurante**

**MEDICIONES.**

∅ 20	13,48	33,3
	<b>Subtotal .....</b>	<b>33,3</b>

**ZAPATA :1**

	<b>MEDICION</b>	<b>PRECIO</b>
EXCAVACION	5,9	147,0
HORMIGON	5,9	705,6
ACERO	39,6	1384,8
	<b>Subtotal .....</b>	<b>2237,4</b>

**ZAPATA :2**

	<b>MEDICION</b>	<b>PRECIO</b>
EXCAVACION	5,9	147,0
HORMIGON	5,9	705,6
ACERO	39,6	1384,8
	<b>Subtotal .....</b>	<b>2237,4</b>

## B. Nave de maduración

### Datos generales

- Número de nudos: 8.
- Número de barras: 7.
- Número de hipótesis de carga/ combinación de hipótesis: 6/14.
- Material: acero S-275.
- Se incluye el peso propio de la estructura.
- Método de cálculo: segundo orden.
- Coeficiente de minoración del hormigón: 1,5.
- Coeficiente de minoración del acero: 1,5.
- Tensión admisible del terreno: 0,2 N/mm<sup>2</sup>.
- Coeficiente de rozamiento de las zapatas al terreno: 0,5
- Coeficiente de mayoración de las acciones: 1,5
- Coeficiente de seguridad al vuelco: 1,5.
- Coeficiente de seguridad a deslizamientos: 1,5.

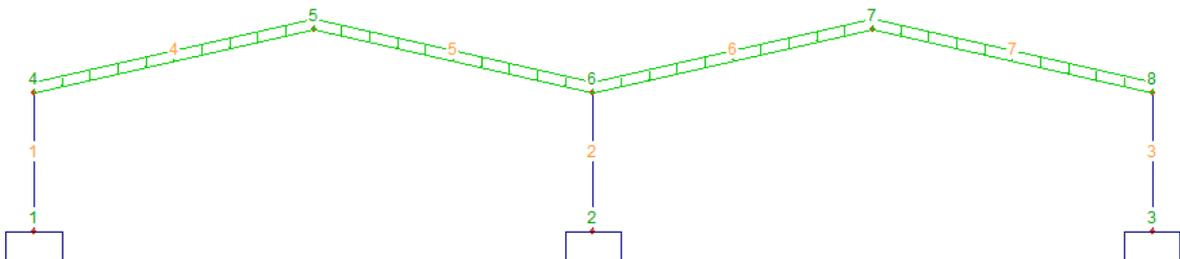


Imagen 2: Esquema de la estructura de la nave de maduración (Metalpla, 2020)

**Tabla 12: Hipótesis de carga en Nave de maduración**

DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA	DURACIÓN
Permanente	Permanente	No procede
Mantenimiento	Categoría G: Cubiertas accesibles para mantenimiento	No procede
Nieve	Nieve : Altitud < 1.000 m sobre el nivel del mar	No procede
Viento transversal A	Viento: Cargas en edificación	No procede
Viento transversal B	Viento: Cargas en edificación	No procede
Viento longitudinal	Viento: Cargas en edificación	No procede

**Tabla 13: Barras de Nave de maduración**

Nº	ELEMENTO	PERFIL	TAMAÑO	MATERIAL
1	Pilar	HEB	240	Acero S-275 JO
2	Pilar	HEB	180	Acero S-275 JO
3	Pilar	HEB	240	Acero S-275 JO
4	Viga	IPE	360	Acero S-275 JO
5	Viga	IPE	360	Acero S-275 JO
6	Viga	IPE	360	Acero S-275 JO
7	Viga	IPE	360	Acero S-275 JO

**Tabla 14: Combinación de hipótesis en Nave de maduración**

VALOR	HIPÓTESIS					
COMBINACIÓN	1	2	3	4	5	6
1	1,35					
2	1,35	1,5				
3	1,35		1,5			
4	1,35			1,5		
5	1,35				1,5	
6	1,35		1,5	0,9		
7	1,35		1,5		0,9	
8	1,35		1,5			0,9
9	1,35		0,75	1,5		
10	1,35		0,75		1,5	
11	1,35		0,75			1,5
12	0,80			1,5		
13	0,80				1,5	
14	0,80					1,5

**Proyecto : Planta de compostaje**  
**Estructura : Nave de maduración**

## DATOS GENERALES

### Datos Generales

Número de nudos .....	8
Número de barras .....	7
Número de hipótesis de carga .....	6
Número de combinación de hipótesis .....	14
Material .....	Acero S-275
Se incluye el peso propio de la estructura .....	Sí
Método de cálculo .....	Segundo Orden

### Hipótesis de carga

Núm	Descripción	Categoría	Duración
1	Permanente	Permanente	No procede
2	Mantenimiento	Categoría G: Cubiertas accesibles para mantenimiento	No procede
3	Nieve	Nieve : Altitud < 1.000 m sobre el nivel del mar	No procede
4	Viento transversal A	Viento: Cargas en edificación	No procede
5	Viento transversal B	Viento: Cargas en edificación	No procede
6	Viento longitudinal	Viento: Cargas en edificación	No procede

## NUDOS

### NUDOS. Coordenadas en metros.

Número	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Coacción
1	0,00	0,00	0,00	Empotramiento
2	20,00	0,00	0,00	Empotramiento
3	40,00	0,00	0,00	Empotramiento
4	0,00	5,00	0,00	Nudo libre
5	10,00	7,30	0,00	Nudo libre
6	20,00	5,00	0,00	Nudo libre
7	30,00	7,30	0,00	Nudo libre
8	40,00	5,00	0,00	Nudo libre

## BARRAS

### BARRAS. (kN m / radián)

Barra	Nudo i	Nudo j	Clase	Lep	Lept	Grupo	Beta	Articulación
1	1	4	Pilar	11,56	5,00	1	0,00	Sin enlaces articulados
2	2	6	Pilar	4,89	5,00	3	0,00	Sin enlaces articulados
3	3	8	Pilar	12,01	5,00	1	0,00	Sin enlaces articulados

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Nave de maduración

#### BARRAS.

(kN m / radián)

Barra	Nudo i	Nudo j	Clase	Lep	Lept	Grupo	Beta	Articulación
4	4	5	Viga	0,00	0,00	4	0,00	Sin enlaces articulados
5	5	6	Viga	0,00	0,00	2	0,00	Sin enlaces articulados
6	6	7	Viga	0,00	0,00	2	0,00	Sin enlaces articulados
7	7	8	Viga	0,00	0,00	5	0,00	Sin enlaces articulados

#### BARRAS.

Barra	Tabla	Tamaño	Material
1	I HEB	240	Material menú
2	I HEB	180	Material menú
3	I HEB	240	Material menú
4	IPE	360	Material menú
5	IPE	360	Material menú
6	IPE	360	Material menú
7	IPE	360	Material menú

## CARGAS EN BARRA

#### CARGAS EN BARRAS.

(kN y mkN)

Angulo : grados sexagesimales

Hip.	Barra	Tipo	Ejes	Intensidad	Angulo	Dist.(m.)	L.Aplic.(m)
1	1	Uniforme p.p.	Generales	0,857	90	0,00	0,00
1	2	Uniforme p.p.	Generales	0,528	90	0,00	0,00
1	3	Uniforme p.p.	Generales	0,857	90	0,00	0,00
1	4	Uniforme p.p.	Generales	0,588	90	0,00	0,00
1	4	Uniforme	Generales	0,750	90	0,00	0,00
1	5	Uniforme p.p.	Generales	0,588	90	0,00	0,00
1	5	Uniforme	Generales	0,750	90	0,00	0,00
1	6	Uniforme p.p.	Generales	0,588	90	0,00	0,00
1	6	Uniforme	Generales	0,750	90	0,00	0,00
1	7	Uniforme p.p.	Generales	0,588	90	0,00	0,00
1	7	Uniforme	Generales	0,750	90	0,00	0,00
2	4	Uniforme	Generales	1,949	90	0,00	0,00
2	5	Uniforme	Generales	1,949	90	0,00	0,00
2	6	Uniforme	Generales	1,949	90	0,00	0,00
2	7	Uniforme	Generales	1,949	90	0,00	0,00
3	4	Uniforme	Generales	2,300	90	0,00	0,00
3	5	Uniforme	Generales	2,300	90	0,00	0,00
3	6	Uniforme	Generales	2,300	90	0,00	0,00
3	7	Uniforme	Generales	2,300	90	0,00	0,00
4	4	Uniforme	Generales	3,970	77,05	0,00	0,00
4	4	Parcial uniforme	Generales	3,149	77,05	0,00	1,46
4	5	Uniforme	Generales	3,970	-257	0,00	0,00

**Proyecto : Planta de compostaje**  
**Estructura : Nave de maduracion**

**CARGAS EN BARRAS.**

**(kN y mkN)**

**Angulo : grados sexagesimales**

Hip.	Barra	Tipo	Ejes	Intensidad	Angulo	Dist.(m.)	L.Aplic.(m)
4	5	Parcial uniforme	Generales	3,149	-257	0,00	1,46
4	6	Uniforme	Generales	3,970	77,05	0,00	0,00
4	6	Parcial uniforme	Generales	3,149	77,05	0,00	1,46
4	7	Uniforme	Generales	3,970	-257	0,00	0,00
4	7	Parcial uniforme	Generales	3,149	-257	0,00	1,46
5	4	Uniforme	Generales	3,970	257	0,00	0,00
5	4	Parcial uniforme	Generales	2,978	257	0,00	1,46
5	5	Uniforme	Generales	3,970	-77,05	0,00	0,00
5	5	Parcial uniforme	Generales	2,978	-77,05	0,00	1,46
5	6	Uniforme	Generales	3,970	257	0,00	0,00
5	6	Parcial uniforme	Generales	2,978	257	0,00	1,46
5	7	Uniforme	Generales	3,970	-77,05	0,00	0,00
5	7	Parcial uniforme	Generales	2,978	-77,05	0,00	1,46
6	4	Uniforme	Generales	3,197	257	0,00	0,00
6	5	Uniforme	Generales	3,197	-77,05	0,00	0,00
6	6	Uniforme	Generales	3,197	257	0,00	0,00
6	7	Uniforme	Generales	3,197	-77,05	0,00	0,00

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

## COMBINACIONES DE HIPOTESIS

### 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	0,90		
7	1,35		1,50		0,90	
8	1,35		1,50			0,90
9	1,35		0,75	1,50		
10	1,35		0,75		1,50	
11	1,35		0,75			1,50
12	0,80			1,50		
13	0,80				1,50	
14	0,80					1,50

**Proyecto : Planta de compostaje**  
**Estructura : Nave de maduración**

**DATOS DE CALCULO DE CIMENTACION**

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

DATOS GENERALES

HORMIGON	: Resistencia característica (N/mm <sup>2</sup> .).....	: 25
HORMIGON	: Coeficiente de minoración çc.....	: 1,5
ACERO	: Límite elástico característico (N/mm <sup>2</sup> .).....	: 500
ACERO	: Coeficiente de minoración çs.....	: 1,15
TERRENO	: Tensión admisible (N/mm <sup>2</sup> .).....	: 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/m <sup>3</sup> ).....	: 25
PRECIO	: Hormigón (Euros/m <sup>3</sup> .).....	: 120
PRECIO	: Acero (Euros/kg.).....	: 35
PRECIO	: Pórtico metálico (Euros/kg.).....	: 2,1
PRECIO	: Correas (Euros/kg.).....	: 2,5
PRECIO	: Viga carril (Euros/kg.).....	: 2,1

N.GRU	A/B-max	H-min	HT (m.)	δ (DEP/A)	F (kN.)	DF (m.)	Nudo
1	1	0	0		0	0	1
0	1	0	0		0	0	2
1	1	0	0		0	0	3

**FUERZAS EN EXTREMOS DE BARRAS**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

**Barra : 1**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	1	-24,194	16,157	0,000	0,000	0,000	-39,259
	4	-18,409	16,157	0,000	0,000	0,000	-41,685
2	1	-53,998	42,447	0,000	0,000	0,000	-103,442
	4	-48,213	42,447	0,000	0,000	0,000	-109,718
3	1	-59,366	47,199	0,000	0,000	0,000	-115,085
	4	-53,581	47,199	0,000	0,000	0,000	-122,044
4	1	-93,071	71,657	0,000	0,000	0,000	-174,572
	4	-87,286	71,657	0,000	0,000	0,000	-186,386
5	1	44,129	-38,349	0,000	0,000	0,000	91,850
	4	49,915	-38,349	0,000	0,000	0,000	99,237

**Proyecto : Planta de compostaje**  
**Estructura : Nave de maduracion**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

6	1	-100,698	80,663	0,000	0,000	0,000	-197,047
	4	-94,913	80,663	0,000	0,000	0,000	-209,544
7	1	-18,361	14,167	0,000	0,000	0,000	-34,837
	4	-12,576	14,167	0,000	0,000	0,000	-36,106
8	1	-30,814	22,873	0,000	0,000	0,000	-56,024
	4	-25,028	22,873	0,000	0,000	0,000	-58,632
9	1	-110,664	87,360	0,000	0,000	0,000	-213,360
	4	-104,878	87,360	0,000	0,000	0,000	-227,331
10	1	26,551	-23,058	0,000	0,000	0,000	55,036
	4	32,337	-23,058	0,000	0,000	0,000	60,021
11	1	5,800	-8,665	0,000	0,000	0,000	20,317
	4	11,585	-8,665	0,000	0,000	0,000	22,989
12	1	-83,211	64,987	0,000	0,000	0,000	-158,104
	4	-79,783	64,987	0,000	0,000	0,000	-168,989
13	1	53,984	-44,860	0,000	0,000	0,000	107,467
	4	57,412	-44,860	0,000	0,000	0,000	115,889
14	1	33,233	-30,538	0,000	0,000	0,000	73,119
	4	36,662	-30,538	0,000	0,000	0,000	79,180

**Barra : 2**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	2	-40,874	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	6	-37,310	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	2	-101,260	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	6	-97,696	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	2	-112,133	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	6	-108,569	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4	2	-174,305	0,056	0,000	0,000	0,000	0,001
	6	-170,741	0,056	0,000	0,000	0,000	-0,255
5	2	91,884	-0,037	0,000	0,000	0,000	-0,031
	6	95,448	-0,037	0,000	0,000	0,000	0,231
6	2	-192,179	0,034	0,000	0,000	0,000	-0,001
	6	-188,615	0,034	0,000	0,000	0,000	-0,154
7	2	-32,504	-0,027	0,000	0,000	0,000	-0,010
	6	-28,940	-0,027	0,000	0,000	0,000	0,142
8	2	-54,145	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	6	-50,581	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
9	2	-209,920	0,058	0,000	0,000	0,000	-0,004
	6	-206,357	0,058	0,000	0,000	0,000	-0,258

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Nave de maduracion**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

10	2	56,237	-0,039	0,000	0,000	0,000	-0,027
	6	59,800	-0,039	0,000	0,000	0,000	0,233
11	2	20,159	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	6	23,723	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
12	2	-157,660	0,055	0,000	0,000	0,000	0,003
	6	-155,548	0,055	0,000	0,000	0,000	-0,255
13	2	108,542	-0,036	0,000	0,000	0,000	-0,033
	6	110,654	-0,036	0,000	0,000	0,000	0,231
14	2	72,459	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	6	74,571	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

**Barra : 3**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	3	-24,194	-16,157	0,000	0,000	0,000	39,259
	8	-18,409	-16,157	0,000	0,000	0,000	41,685
2	3	-53,998	-42,447	0,000	0,000	0,000	103,442
	8	-48,213	-42,447	0,000	0,000	0,000	109,718
3	3	-59,366	-47,199	0,000	0,000	0,000	115,085
	8	-53,581	-47,199	0,000	0,000	0,000	122,044
4	3	-86,972	-71,713	0,000	0,000	0,000	175,218
	8	-81,187	-71,713	0,000	0,000	0,000	185,871
5	3	38,351	38,386	0,000	0,000	0,000	-92,558
	8	44,136	38,386	0,000	0,000	0,000	-98,789
6	3	-97,040	-80,697	0,000	0,000	0,000	197,429
	8	-91,254	-80,697	0,000	0,000	0,000	209,233
7	3	-21,825	-14,140	0,000	0,000	0,000	34,439
	8	-16,040	-14,140	0,000	0,000	0,000	36,386
8	3	-30,814	-22,873	0,000	0,000	0,000	56,024
	8	-25,028	-22,873	0,000	0,000	0,000	58,632
9	3	-104,566	-87,418	0,000	0,000	0,000	213,990
	8	-98,781	-87,418	0,000	0,000	0,000	226,810
10	3	20,774	23,098	0,000	0,000	0,000	-55,731
	8	26,560	23,098	0,000	0,000	0,000	-59,567
11	3	5,800	8,665	0,000	0,000	0,000	-20,317
	8	11,585	8,665	0,000	0,000	0,000	-22,989
12	3	-77,112	-65,041	0,000	0,000	0,000	158,757
	8	-73,683	-65,041	0,000	0,000	0,000	168,476
13	3	48,205	44,896	0,000	0,000	0,000	-108,181
	8	51,633	44,896	0,000	0,000	0,000	-115,443

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Nave de maduracion**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

14	3	33,233	30,538	0,000	0,000	0,000	-73,119
	8	36,662	30,538	0,000	0,000	0,000	-79,180

**Barra : 4**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	4	-19,873	-14,319	0,000	0,000	0,000	41,685
	5	-15,719	3,742	0,000	0,000	0,000	12,881
2	4	-52,174	-37,472	0,000	0,000	0,000	109,718
	5	-41,296	9,824	0,000	0,000	0,000	34,195
3	4	-58,009	-41,638	0,000	0,000	0,000	122,044
	5	-45,920	10,923	0,000	0,000	0,000	38,096
4	4	-89,399	-69,003	0,000	0,000	0,000	186,386
	5	-85,242	17,058	0,000	0,000	0,000	55,734
5	4	48,561	40,049	0,000	0,000	0,000	-99,237
	5	52,712	-9,517	0,000	0,000	0,000	-26,994
6	4	-99,885	-74,418	0,000	0,000	0,000	209,544
	5	-87,794	18,943	0,000	0,000	0,000	64,375
7	4	-16,625	-9,080	0,000	0,000	0,000	36,106
	5	-4,538	2,904	0,000	0,000	0,000	13,023
8	4	-27,901	-19,265	0,000	0,000	0,000	58,632
	5	-15,814	3,772	0,000	0,000	0,000	21,460
9	4	-108,645	-82,628	0,000	0,000	0,000	227,331
	5	-100,521	20,683	0,000	0,000	0,000	68,978
10	4	29,720	26,345	0,000	0,000	0,000	-60,021
	5	37,838	-5,971	0,000	0,000	0,000	-15,186
11	4	11,041	9,348	0,000	0,000	0,000	-22,989
	5	19,160	-4,549	0,000	0,000	0,000	-1,550
12	4	-81,216	-63,186	0,000	0,000	0,000	168,989
	5	-78,751	15,517	0,000	0,000	0,000	50,138
13	4	56,587	45,896	0,000	0,000	0,000	-115,889
	5	59,045	-11,028	0,000	0,000	0,000	-31,967
14	4	37,979	28,884	0,000	0,000	0,000	-79,180
	5	40,438	-9,621	0,000	0,000	0,000	-18,599

**Barra : 5**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	5	-15,774	-3,502	0,000	0,000	0,000	-12,881
	6	-19,928	14,559	0,000	0,000	0,000	-44,147

**Proyecto : Planta de compostaje**  
**Estructura : Nave de maduracion**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

2	5	-41,438	-9,205	0,000	0,000	0,000	-34,195
	6	-52,316	38,091	0,000	0,000	0,000	-116,060
3	5	-46,077	-10,237	0,000	0,000	0,000	-38,096
	6	-58,166	42,324	0,000	0,000	0,000	-129,071
4	5	-84,129	-21,897	0,000	0,000	0,000	-55,734
	6	-88,286	64,165	0,000	0,000	0,000	-197,317
5	5	51,573	14,468	0,000	0,000	0,000	26,994
	6	47,423	-35,098	0,000	0,000	0,000	105,888
6	5	-87,248	-21,316	0,000	0,000	0,000	-64,375
	6	-99,339	72,045	0,000	0,000	0,000	-221,523
7	5	-5,351	0,630	0,000	0,000	0,000	-13,023
	6	-17,438	12,614	0,000	0,000	0,000	-37,938
8	5	-15,872	-3,516	0,000	0,000	0,000	-21,460
	6	-27,960	19,520	0,000	0,000	0,000	-61,251
9	5	-99,456	-25,311	0,000	0,000	0,000	-68,978
	6	-107,581	78,000	0,000	0,000	0,000	-240,396
10	5	36,644	11,160	0,000	0,000	0,000	15,186
	6	28,526	-21,156	0,000	0,000	0,000	64,201
11	5	19,222	4,279	0,000	0,000	0,000	1,550
	6	11,103	-9,617	0,000	0,000	0,000	25,756
12	5	-77,617	-20,448	0,000	0,000	0,000	-50,138
	6	-80,082	58,256	0,000	0,000	0,000	-178,993
13	5	57,930	15,876	0,000	0,000	0,000	31,967
	6	55,472	-41,048	0,000	0,000	0,000	123,607
14	5	40,578	9,013	0,000	0,000	0,000	18,599
	6	38,119	-29,492	0,000	0,000	0,000	85,421

**Barra : 6**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	6	-19,928	-14,559	0,000	0,000	0,000	44,147
	7	-15,774	3,502	0,000	0,000	0,000	12,881
2	6	-52,316	-38,091	0,000	0,000	0,000	116,060
	7	-41,438	9,205	0,000	0,000	0,000	34,195
3	6	-58,166	-42,324	0,000	0,000	0,000	129,071
	7	-46,077	10,237	0,000	0,000	0,000	38,096
4	6	-89,708	-70,096	0,000	0,000	0,000	197,572
	7	-85,550	15,966	0,000	0,000	0,000	55,745
5	6	48,754	40,721	0,000	0,000	0,000	-106,120
	7	52,905	-8,845	0,000	0,000	0,000	-27,012

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Nave de maduracion**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

6	6	-100,193	-75,603	0,000	0,000	0,000	221,677
	7	-88,102	17,758	0,000	0,000	0,000	64,381
7	6	-16,635	-9,244	0,000	0,000	0,000	37,796
	7	-4,548	2,740	0,000	0,000	0,000	13,014
8	6	-27,960	-19,520	0,000	0,000	0,000	61,251
	7	-15,872	3,516	0,000	0,000	0,000	21,460
9	6	-109,004	-83,929	0,000	0,000	0,000	240,653
	7	-100,880	19,382	0,000	0,000	0,000	68,988
10	6	29,859	26,777	0,000	0,000	0,000	-64,434
	7	37,978	-5,539	0,000	0,000	0,000	-15,203
11	6	11,103	9,617	0,000	0,000	0,000	-25,756
	7	19,222	-4,279	0,000	0,000	0,000	-1,550
12	6	-81,503	-64,188	0,000	0,000	0,000	179,248
	7	-79,038	14,515	0,000	0,000	0,000	50,149
13	6	56,803	46,672	0,000	0,000	0,000	-123,838
	7	59,261	-10,252	0,000	0,000	0,000	-31,985
14	6	38,119	29,492	0,000	0,000	0,000	-85,421
	7	40,578	-9,013	0,000	0,000	0,000	-18,599

**Barra : 7**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	7	-15,719	-3,742	0,000	0,000	0,000	-12,881
	8	-19,873	14,319	0,000	0,000	0,000	-41,685
2	7	-41,296	-9,824	0,000	0,000	0,000	-34,195
	8	-52,174	37,472	0,000	0,000	0,000	-109,718
3	7	-45,920	-10,923	0,000	0,000	0,000	-38,096
	8	-58,009	41,638	0,000	0,000	0,000	-122,044
4	7	-83,929	-23,014	0,000	0,000	0,000	-55,745
	8	-88,086	63,047	0,000	0,000	0,000	-185,871
5	7	51,453	15,157	0,000	0,000	0,000	27,012
	8	47,302	-34,409	0,000	0,000	0,000	98,789
6	7	-87,007	-22,517	0,000	0,000	0,000	-64,381
	8	-99,098	70,844	0,000	0,000	0,000	-209,233
7	7	-5,288	0,478	0,000	0,000	0,000	-13,014
	8	-17,375	12,462	0,000	0,000	0,000	-36,386
8	7	-15,814	-3,772	0,000	0,000	0,000	-21,460
	8	-27,901	19,265	0,000	0,000	0,000	-58,632
9	7	-99,211	-26,639	0,000	0,000	0,000	-68,988
	8	-107,335	76,673	0,000	0,000	0,000	-226,810

**Proyecto : Planta de compostaje****Estructura : Nave de maduración****ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

10	7	36,581	11,610	0,000	0,000	0,000	15,203
	8	28,463	-20,707	0,000	0,000	0,000	59,567
11	7	19,160	4,549	0,000	0,000	0,000	1,550
	8	11,041	-9,348	0,000	0,000	0,000	22,989
12	7	-77,437	-21,474	0,000	0,000	0,000	-50,149
	8	-79,902	57,230	0,000	0,000	0,000	-168,476
13	7	57,785	16,668	0,000	0,000	0,000	31,985
	8	55,327	-40,256	0,000	0,000	0,000	115,443
14	7	40,438	9,621	0,000	0,000	0,000	18,599
	8	37,979	-28,884	0,000	0,000	0,000	79,180

**REACCIONES EN LOS APOYOS****REACCIONES EN LOS APOYOS. (kN y mkN)****Nudo : 1**

Combinación	Reacc. X	Reacc. Y	Reacc. Z	Mom. X	Mom. Y	Mom. Z
1	16,157	24,194	0,000	0,000	0,000	-39,259
2	42,447	53,998	0,000	0,000	0,000	-103,442
3	47,199	59,366	0,000	0,000	0,000	-115,085
4	71,657	93,071	0,000	0,000	0,000	-174,572
5	-38,349	-44,129	0,000	0,000	0,000	91,850
6	80,663	100,698	0,000	0,000	0,000	-197,047
7	14,167	18,361	0,000	0,000	0,000	-34,837
8	22,873	30,814	0,000	0,000	0,000	-56,024
9	87,360	110,664	0,000	0,000	0,000	-213,360
10	-23,058	-26,551	0,000	0,000	0,000	55,036
11	-8,665	-5,800	0,000	0,000	0,000	20,317
12	64,987	83,211	0,000	0,000	0,000	-158,104
13	-44,860	-53,984	0,000	0,000	0,000	107,467
14	-30,538	-33,233	0,000	0,000	0,000	73,119

**Nudo : 2**

Combinación	Reacc. X	Reacc. Y	Reacc. Z	Mom. X	Mom. Y	Mom. Z
1	0,000	40,874	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,000	101,260	0,000	0,000	0,000	0,000
3	0,000	112,133	0,000	0,000	0,000	0,000
4	0,056	174,305	0,000	0,000	0,000	0,001
5	-0,037	-91,884	0,000	0,000	0,000	-0,031
6	0,034	192,179	0,000	0,000	0,000	-0,001
7	-0,027	32,504	0,000	0,000	0,000	-0,010
8	0,000	54,145	0,000	0,000	0,000	0,000
9	0,058	209,920	0,000	0,000	0,000	-0,004
10	-0,039	-56,237	0,000	0,000	0,000	-0,027
11	0,000	-20,159	0,000	0,000	0,000	0,000

**Proyecto : Planta de compostaje****Estructura : Nave de maduracion****REACCIONES EN LOS APOYOS.****(kN y mkN)**

12	0,055	157,660	0,000	0,000	0,000	0,003
13	-0,036	-108,542	0,000	0,000	0,000	-0,033
14	0,000	-72,459	0,000	0,000	0,000	0,000

**Nudo : 3**

<b>Combinación</b>	<b>Reacc. X</b>	<b>Reacc. Y</b>	<b>Reacc. Z</b>	<b>Mom. X</b>	<b>Mom. Y</b>	<b>Mom. Z</b>
1	-16,157	24,194	0,000	0,000	0,000	39,259
2	-42,447	53,998	0,000	0,000	0,000	103,442
3	-47,199	59,366	0,000	0,000	0,000	115,085
4	-71,713	86,972	0,000	0,000	0,000	175,218
5	38,386	-38,351	0,000	0,000	0,000	-92,558
6	-80,697	97,040	0,000	0,000	0,000	197,429
7	-14,140	21,825	0,000	0,000	0,000	34,439
8	-22,873	30,814	0,000	0,000	0,000	56,024
9	-87,418	104,566	0,000	0,000	0,000	213,990
10	23,098	-20,774	0,000	0,000	0,000	-55,731
11	8,665	-5,800	0,000	0,000	0,000	-20,317
12	-65,041	77,112	0,000	0,000	0,000	158,757
13	44,896	-48,205	0,000	0,000	0,000	-108,181
14	30,538	-33,233	0,000	0,000	0,000	-73,119

## NOTACIONES DE BARRAS DE ACERO-I

### Limite elástico

$f_y$  varía con la calidad y espesor del acero.

### Coefficiente parcial para la resistencia del acero:

$\gamma_M$  Coeficiente parcial de seguridad para la resistencia del acero según artículo 15.3 de la EAE.

### Esfuerzos de cálculo:

$N_{Ed}$  esfuerzo axial 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 1 y 2, respecto al eje  $y-y$ .

### Esfuerzos de agotamiento de la sección:

$N_{pl}$  esfuerzo axial 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.

### Coefficientes de interacción

$k_{y,y}$ ,  $k_{y,z}$ ,  $k_{z,y}$ ,  $k_{z,z}$  coeficientes de interacción correspondientes a elementos sometidos a compresión y flexión, artículo 35.3 de la EAE, obtenidos según la tabla 35.3.c(a), Método 2 de la EAE.

# 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;

$k_\phi$  coeficiente para el que se adoptan los valores siguientes:

$k_\phi = 1$  si los apoyos liberan el giro torsional;

$k_\phi = 0,50$  si los apoyos son empotramientos que coaccionan totalmente el giro torsional;

$k_\phi = 0,70$  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 albeo 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)

$$Ec.1 - i = N_{Ed} / (A^* \cdot f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \cdot (W_y \cdot f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \cdot f_y / \gamma_M)$$

**Pandeo eje débil y-y** (con y sin vuelco)

$$Ec.2 - i = N_{Ed} / \{X_y \cdot (A^* \cdot f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \cdot M_z^* / \{X_{LT} \cdot (W_z \cdot f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \cdot M_y^* / (W_y \cdot f_y / \gamma_M)$$

**Pandeo eje fuerte z-z** (con y sin vuelco)

$$Ec.3 - i = N_{Ed} / \{X_z \cdot (A^* \cdot f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \cdot M_z^* / \{X_{LT} \cdot (W_z \cdot f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \cdot M_y^* / (W_y \cdot f_y / \gamma_M)$$

$$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed} \quad M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed} \quad A^* = A_{eff} \quad \text{En secciones de clase 1,2 ó 3 } e_{N,y} = 0; \quad e_{N,z} = 0$$

Si  $N_d > 0$  (barra traccionada), los coeficientes  $X_y$  y  $X_z$  valen 1.

Si no hay vuelco  $X_{LT}$  vale 1.

$$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed} \quad M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed} \quad A^* = A_{eff}$$

Los coeficientes  $k_{yy}$ ,  $k_{yz}$ ,  $k_{zy}$ ,  $k_{zz}$  según tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$$M_{cr} = c_1 \cdot (\pi / L_v) \cdot (G \cdot I_t \cdot E \cdot I_y)^{0.5} \cdot \{(1 + \pi^2 / \kappa^2)^{0.5}\}; \quad \kappa = L_v \cdot \{I_t / (2,6 \cdot I_A)\}^{0.5}$$

## COMPROBACION DE BARRAS

### COMPROBACION DE BARRAS.

Barra : 1

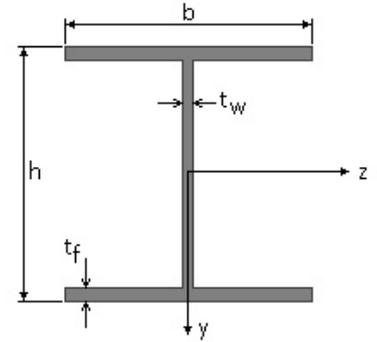
I HEB. Tamaño : 240

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Nave de maduración

### COMPROBACION DE BARRAS.

Material : Acero S-275



Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
106	938	327	1054	489,6

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
11260	3920	110

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	275	410	

Dimensiones en mm

b = 240      h = 240  
t<sub>w</sub> = 10      t<sub>f</sub> = 17

Pandeo						
Eje	$l_k (m) = \beta x l$	$\lambda$	$\lambda_E$	$\lambda_{adimensional}$	$\Phi$	X
z-z	11,56 = 2,31 x 5,00	112,2	86,81	1,29	1,52	0,431
y-y	5,00 = 1,00 x 5,00	82,22	86,81	0,95	1,13	0,571

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* x f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} x (W_y x f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z x f_y / \gamma_M)$  Agotamiento por plastificación (con y sin vuelco)

Ec.2 -  $i = N_{Ed} / \{X_y x (A^* x f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} x M_z^* / \{X_{LT} x (W_z x f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} x M_y^* / (W_y x f_y / \gamma_M)$  Pandeo eje débil y-y (con y sin vuelco)

Ec.3 -  $i = N_{Ed} / \{X_z x (A^* x f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} x M_z^* / \{X_{LT} x (W_z x f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} x M_y^* / (W_y x f_y / \gamma_M)$  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.

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} * N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} * N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$

Los coeficientes  $k_{yy}$ ,  $k_{yz}$ ,  $k_{zy}$ ,  $k_{zz}$  según tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 x (\pi / L_v) x (G x I_t x E x I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v x \{ I_t / (2,6 x I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 x (\pi / L_v) x (G x I_t x E x I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v x \{ I_t / (2,6 x I_A) \}^{1/2}$

**Aclaración de notaciones**

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAIXIAL** (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

$i(\text{Comb.:9}) = 104,26 x 10^3 / (10600 x 275 / 1,05) + 227,32 x 10^6 / \{1 x 1054000 x 275 / 1,05\} = 0,861$  (226 N/mm<sup>2</sup>)

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)  $\lambda_{adim,y}(9) = 0,95$ ;  $\lambda_y(9) = 82$ ;  $\beta_y(9) = 1,00$

$N_{RK} = 10600 x 275 / 1,05 = 277619$  N;       $N_{Ed} = -104261$  N

$C_{my} = 0,60$ ;  $C_{mz} = 0,90$ ;  $k_{yz} = 0,429$ ;  $k_{yy} = 0,726$

$i(\text{Comb.:9}) = 110046,27 / (0,571 x 10600 x 275 / 1,05) + 0,429 x 227321648 / \{1 x 1054000 x 275 / 1,05\} = 0,423$  (111 N/mm<sup>2</sup>)

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)  $\lambda_{adimensional,z}(9) = 1,30$ ;  $\lambda_z(9) = 113$ ;  $\beta_z(9) = 2,32$ ;  $\alpha_{Crif}(9) = 15,76$

$N_{RK} = 10600 x 275 / 1,05 = 277619$  N;       $N_{Ed} = -104261$  N

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Nave de maduración

#### COMPROBACION DE BARRAS.

$C_{my} = 0,60$ ;  $C_{mz} = 0,90$ ;  $k_{zy} = 0,435$ ;  $k_{zz} = 0,715$

$i(\text{Comb.:9}) = 110046,27 / (0,43 \times 10600 \times 275 / 1,05) + 0,72 \times 227321648 / \{1 \times 1054000 \times 275 / 1,05\} = 0,682$  (178 N/mm<sup>2</sup>)

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 :  $V_{y,Ed} = 88136,3$  N Combinación :9

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 3324$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,y,Rd} = 3324 \times 275 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 502625$  N Ec.8

$i(9) = 88136 / 502625 = 0,175$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

#### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 87 %

#### Barra : 2

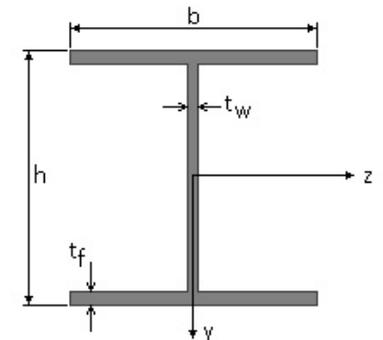
I HEB. Tamaño : 180

Material : Acero S-275

Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	$W_{el,z}$	$W_{el,y}$	$W_{pl,z}$	$W_{pl,y}$
65,3	426	151	482	226,8

$I_z$	$I_y$	$I_{tor}$
3830	1360	46,5

Módulos de elasticidad y Resistencias N/mm <sup>2</sup>			
E	G	$f_y$	$f_u$
210000	80769,2	275	410



Dimensiones en mm

$b = 180$   $h = 180$

$t_w = 8,5$   $t_f = 14$

Pandeo						
Eje	$l_k (m) = \beta \times l$	$\lambda$	$\lambda_E$	$\lambda_{adimensional}$	$\Phi$	X
z-z	$4,89 = 0,98 \times 5,00$	63,84	86,81	0,74	0,86	0,763
y-y	$5,00 = 1,00 \times 5,00$	109,56	86,81	1,26	1,56	0,405

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Nave de maduración

### COMPROBACION DE BARRAS.

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAIXIAL** (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

$i(\text{Comb.:9}) = 209,92 \times 10^3 / (6530 \times 275 / 1,05) + 3,94 \times 10^3 / \{1 \times 482000 \times 275 / 1,05\} = 0,123$  (32 N/mm<sup>2</sup>)

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)**  $\lambda_{adim,y}(9) = 1,26$ ;  $\lambda_y(9) = 110$ ;  $\beta_y(9) = 1,00$

$N_{Rk} = 6530 \times 275 / 1,05 = 171024$  N;       $N_{Ed} = -206357$  N

$C_{my} = 0,60$ ;  $C_{mz} = 0,59$ ;       $k_{yz} = 0,434$ ;       $k_{yy} = 0,948$

$i(\text{Comb.:9}) = 209920,48 / (0,405 \times 6530 \times 275 / 1,05) + 0,434 \times 257586,25 / \{1 \times 482000 \times 275 / 1,05\} = 0,304$  (80 N/mm<sup>2</sup>)

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)**  $\lambda_{adimensional,z}(9) = 0,74$ ;       $\lambda_z(9) = 64$ ;       $\beta_z(9) = 0,97$ ;       $\alpha_{Crif}(9) = 15,76$

$N_{Rk} = 6530 \times 275 / 1,05 = 171024$  N;       $N_{Ed} = -206357$  N

$C_{my} = 0,60$ ;  $C_{mz} = 0,59$ ;       $k_{zy} = 0,569$ ;       $k_{zz} = 0,724$

$i(\text{Comb.:9}) = 209920,48 / (0,76 \times 6530 \times 275 / 1,05) + 0,72 \times 257586,25 / \{1 \times 482000 \times 275 / 1,05\} = 0,162$  (42,5 N/mm<sup>2</sup>)

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 :  $V_{y,Ed} = 52,3$  N      Combinación :9

Area eficaz a corte :  $A_{y,v} = 2029$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,y,Rd} = 2029 \times 275 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 306807$  N      Ec.8

$i(9) = 52 / 306807 = 0,0002$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 31 %

# Proyecto : Planta de compostaje

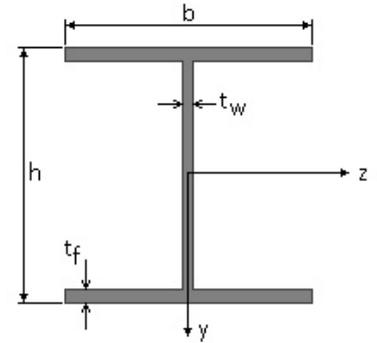
## Estructura : Nave de maduración

### COMPROBACION DE BARRAS.

Barra : 3

I HEB. Tamaño : 240

Material : Acero S-275



Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
106	938	327	1054	489,6

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
11260	3920	110

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	275	410	

Dimensiones en mm

b = 240            h = 240

t<sub>w</sub> = 10            t<sub>f</sub> = 17

Pandeo						
Eje	$I_k (m) = \beta \times l$	$\lambda$	$\lambda_E$	$\lambda_{\text{adimensional}}$	$\Phi$	X
z-z	12,01 = 2,40 x 5,00	116,57	86,81	1,34	1,60	0,407
y-y	5,00 = 1,00 x 5,00	82,22	86,81	0,95	1,13	0,571

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$              $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$              $A^* = A_{\text{eff}}$             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.

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$              $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$              $A^* = A_{\text{eff}}$

Los coeficientes  $k_{yy}$ ,  $k_{yz}$ ,  $k_{zy}$ ,  $k_{zz}$  según tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / K^2)^{1/2} \}$ ;             $K = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / K^2)^{1/2} \}$ ;             $K = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

**Aclaración de notaciones**

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAxIAL** (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:9}) = 98,16 \times 10^3 / (10600 \times 275 / 1,05) + 226,8 \times 10^6 / \{1 \times 1054000 \times 275 / 1,05\} = 0,857$  (224 N/mm<sup>2</sup>)

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)  $\lambda_{\text{adim,y}}(9) = 0,95$ ;  $\lambda_y(9) = 82$ ;  $\beta_y(9) = 1,00$

$N_{Rk} = 10600 \times 275 / 1,05 = 277619$  N;       $N_{Ed} = -98158$  N

$C_{my} = 0,60$ ;  $C_{mz} = 0,90$ ;  $k_{yz} = 0,429$ ;  $k_{yy} = 0,722$

$i(\text{Comb.:9}) = 103943,12 / (0,571 \times 10600 \times 275 / 1,05) + 0,429 \times 226800352 / \{1 \times 1054000 \times 275 / 1,05\} = 0,418$  (109 N/mm<sup>2</sup>)

Sección : 20 / 20      Clasificación de la sección: Eje ppal. y=1      Eje ppal. z=1

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Nave de maduración

#### COMPROBACION DE BARRAS.

Ec.3 - Pandeo eje z-z (con y sin vuelco)  $\lambda_{adimensional,z(9)} = 1,33$ ;  $\lambda_z(9) = 116$ ;  $\beta_z(9) = 2,38$ ;  $\alpha_{crit}(9) = 15,76$

$N_{Rk} = 10600 \times 275 / 1,05 = 277619 \text{ N}$ ;  $N_{Ed} = -98158 \text{ N}$

$C_{my} = 0,60$ ;  $C_{mz} = 0,90$ ;  $k_{zy} = 0,433$ ;  $k_{zz} = 0,715$

$i(\text{Comb.:}9) = 103943,12 / (0,41 \times 10600 \times 275 / 1,05) + 0,71 \times 226800352 / \{1 \times 1054000 \times 275 / 1,05\} = 0,678 \text{ (178 N/mm}^2\text{)}$

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 :  $V_{y,Ed} = 88158,09 \text{ N}$  Combinación : 9

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 3324 \text{ mm}^2$

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,y,Rd} = 3324 \times 275 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 502625 \text{ N}$  Ec.8

$i(9) = 88158 / 502625 = 0,175$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

#### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 86 %

#### Barra : 4

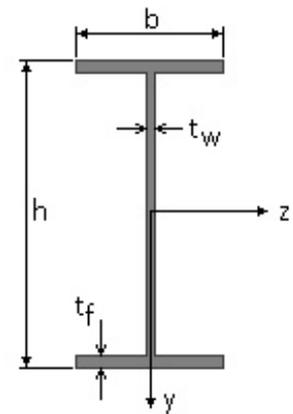
IPE. Tamaño : 360

Material : Acero S-275

Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
72,7	904	123	1020	183,5

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
16270	1040	37,3

Módulos de elasticidad y Resistencias N/mm <sup>2</sup>			
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>
210000	80769,2	275	410



Dimensiones en mm

b = 170      h = 360  
t<sub>w</sub> = 8      t<sub>f</sub> = 12,7

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Nave de maduración

### COMPROBACION DE BARRAS.

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2) \}^{1/2}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2) \}^{1/2}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAIXIAL** (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

$i(\text{Comb.:9}) = 107,98 \times 10^3 / (7270 \times 275 / 1,05) + 227,33 \times 10^6 / \{1 \times 1020000 \times 275 / 1,05\} = 0,908$  (238 N/mm<sup>2</sup>)

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 :  $V_{y,Ed} = 83494,7$  N      Combinación :9

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 3510,8$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,y,Rd} = 3510,8 \times 275 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 530871$  N      Ec.8

$i(9) = 83495 / 530871 = 0,157$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

### DEFORMACIONES

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (9): 7,8 mm      adm.=l/300 = 34,2 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 1,9 mm      adm.=l/300 = 34,2 mm.

### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 91 %

Aprovechamiento por flecha de la barra : 22 %

**Barra : 5**

IPE. Tamaño : 360

Material : Acero S-275

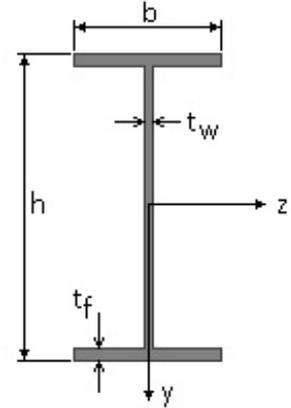
<b>Características mecánicas</b> (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
<b>Area</b>	<b>W<sub>el,z</sub></b>	<b>W<sub>el,y</sub></b>	<b>W<sub>pl,z</sub></b>	<b>W<sub>pl,y</sub></b>
72,7	904	123	1020	183,5

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Nave de maduración

#### COMPROBACION DE BARRAS.

$I_z$	$I_y$	$I_{tor}$
16270	1040	37,3



Dimensiones en mm

$$b = 170 \quad h = 360$$

$$t_w = 8 \quad t_f = 12,7$$

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
<b>E</b>	<b>G</b>	<b>f<sub>y</sub></b>	<b>f<sub>u</sub></b>	
210000	80769,2	275	410	

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}; \quad \kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$$

$$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}; \quad \kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$$

**Aclaración de notaciones**

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAxIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$$i(\text{Comb.:9}) = 107,78 \times 10^3 / (7270 \times 275 / 1,05) + 239,81 \times 10^6 / \{1 \times 1020000 \times 275 / 1,05\} = 0,954 \quad (250 \text{ N/mm}^2)$$

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 :  $V_{y,Ed} = 78791,56 \text{ N}$       Combinación : 9

Area eficaz a corte :  $A_{y,v} = 3510,8 \text{ mm}^2$

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,y,Rd} = 3510,8 \times 275 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 530871 \text{ N}$       Ec.8

$i(9) = 78792 / 530871 = 0,148$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 20 / 20

#### DEFORMACIONES

##### Flecha vano

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (9): 6,3 mm      adm.=l/300 = 34,2 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 1,6 mm      adm.=l/300 = 34,2 mm.

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Nave de maduración

### COMPROBACION DE BARRAS.

#### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 96 %

Aprovechamiento por flecha de la barra : 18 %

#### Barra : 6

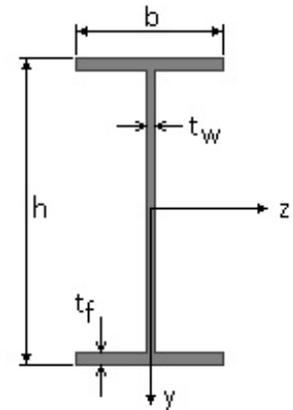
IPE. Tamaño : 360

Material : Acero S-275

Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
72,7	904	123	1020	183,5

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
16270	1040	37,3

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	275	410	



Dimensiones en mm

b = 170      h = 360  
t<sub>w</sub> = 8      t<sub>f</sub> = 12,7

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / K^2) \}^{1/2}$ ;       $K = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / K^2) \}^{1/2}$ ;       $K = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAIXIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:9}) = 108,33 \times 10^3 / (7270 \times 275 / 1,05) + 240,65 \times 10^6 / \{1 \times 1020000 \times 275 / 1,05\} = 0,958$  (251 N/mm<sup>2</sup>)

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 :  $V_{y,Ed} = 84793,9$  N      Combinación :9

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 3510,8$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,y,Rd} = 3510,8 \times 275 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 530871$  N      Ec.8

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Nave de maduración

### COMPROBACION DE BARRAS.

i(9) = 84794 / 530871 = 0,16 Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

#### DEFORMACIONES

##### Flecha vano

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (9): 6,7 mm adm.=l/300 = 34,2 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 1,6 mm adm.=l/300 = 34,2 mm.

#### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 96 %

Aprovechamiento por flecha de la barra : 19 %

#### Barra : 7

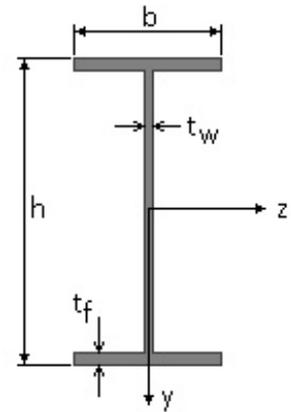
IPE. Tamaño : 360

Material : Acero S-275

Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
72,7	904	123	1020	183,5

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
16270	1040	37,3

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	275	410	



Dimensiones en mm

b = 170 h = 360

t<sub>w</sub> = 8 t<sub>f</sub> = 12,7

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$   $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$   $A^* = A_{eff}$  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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;  $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;  $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

**Aclaración de notaciones**

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:9) = 107,55 x 10<sup>3</sup> / ( 7270 x 275 / 1,05) + 226,22 x 10<sup>6</sup> / {1 x 1020000 x 275 / 1,05} = 0,903 (237 N/mm<sup>2</sup>)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Nave de maduración

#### COMPROBACION DE BARRAS.

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 :  $V_{y,Ed} = 77468,34 \text{ N}$  Combinación : 9

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 3510,8 \text{ mm}^2$

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,y,Rd} = 3510,8 \times 275 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 530871 \text{ N}$  Ec.8

$i(9) = 77468 / 530871 = 0,146$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 20 / 20

#### DEFORMACIONES

Flecha vano

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (9): 7,4 mm adm.=l/300 = 34,2 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 1,8 mm adm.=l/300 = 34,2 mm.

#### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 91 %

Aprovechamiento por flecha de la barra : 21 %

#### RELACION DE BARRAS FUERA DE NORMA.

Todas las barras cumplen

**TODOS LOS DESPLAZAMIENTOS SOLICITADOS DE LOS NUDOS CUMPLEN.**

## PLACAS DE ANCLAJE

#### PLACAS DE ANCLAJE

##### Nudo : 1

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :

PLACA BASE	450 x 520 x 35 mm.
CARTELAS	200 x 520 x 15 mm.
ANCLAJES PRINCIPALES	5 Ø 20 de 878 mm. en cada paramento.
ANCLAJES TRANSVERSALES	1 Ø 16 de 339 mm. en cada paramento.

COMPROBACIONES :

HORMIGON

$$\sigma_{\text{hormigón}}(9) = 10 \times (4 \times 100 \times (10 \times 7,31 + x(0,5 \times 0,52 - 0,05))) / (52 \times 0,45(0,875 \times 52 - 5)) = 10 \text{ N/mm}^2$$

(Res. Portante = 22 N/mm<sup>2</sup>)

ESPESOR PLACA BASE

$$\sigma_{\text{acero placa}}(9) = 10 \times (6 \times 0,001 \times 47465 / 3,5^2) = 232,4 \text{ N/mm}^2$$

(límite = 275 N/mm<sup>2</sup>)

ANCLAJE

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Nave de maduración

#### PLACAS DE ANCLAJE

Tracción máxima en anclajes (9) = 94,71 kN

Índice tracción rosca del anclaje (9) = 0,86

Long. anclaje EC-3 = 878 mm.

(Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm<sup>2</sup>)

ESPELOR DE LA CARTELA

$\sigma_{flexión}$  (9) = 219 N/mm<sup>2</sup>

(límite = 275 N/mm<sup>2</sup>)

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

#### Nudo : 2

DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :

PLACA BASE 390 x 400 x 15 mm.

CARTELAS 100 x 400 x 10 mm.

ANCLAJES PRINCIPALES 2 Ø 20 de 339 mm. en cada paramento.

COMPROBACIONES :

HORMIGÓN

$\sigma_{hormigón}$  (9) =  $10 \times (4 \times 100 \times (10 + x(.5 \times 0,4 - 0,05))) / (40 \times 0,39 (0,875 \times 40 - 5)) = 1,3 \text{ N/mm}^2$

(Res. Portante = 22 N/mm<sup>2</sup>)

ESPELOR PLACA BASE

$\sigma_{acero \text{ placa}}$  (13) =  $10 \times (6 \times 0,001 \times 8497 / 1,5^2)$

= 226,5 N/mm<sup>2</sup>

(límite = 275 N/mm<sup>2</sup>)

ANCLAJE

Tracción máxima en anclajes (13) = 27,19 kN

Índice tracción rosca del anclaje (13) = 0,24

Long. anclaje EC-3 = 339 mm.

(Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm<sup>2</sup>)

ESPELOR DE LA CARTELA

$\sigma_{flexión}$  (13) = 97,8 N/mm<sup>2</sup>

(límite = 275 N/mm<sup>2</sup>)

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

#### Nudo : 3

DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :

PLACA BASE 450 x 520 x 35 mm.

CARTELAS 200 x 520 x 15 mm.

ANCLAJES PRINCIPALES 5 Ø 20 de 886 mm. en cada paramento.

ANCLAJES TRANSVERSALES 1 Ø 16 de 339 mm. en cada paramento.

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Nave de maduración

### PLACAS DE ANCLAJE

COMPROBACIONES :

HORMIGON

$$\sigma_{\text{hormigón}}(9) = 10 \times (4 \times 100 \times (10 \times 7,31 + x(,5 \times 0,52 - 0,05))) / (52 \times 0,45(0,875 \times 52 - 5)) = 10 \text{ N/mm}^2$$

(Res. Portante = 22 N/mm<sup>2</sup>)

ESPESOR PLACA BASE

$$\sigma_{\text{acero placa}}(9) = 10 \times (6 \times 0,001 \times 47335 / 3,5^2) = 231,8 \text{ N/mm}^2$$

(límite = 275 N/mm<sup>2</sup>)

ANCLAJE

Tracción máxima en anclajes (9) = 95,6 kN  
Indice tracción rosca del anclaje (9) = 0,87  
Long. anclaje EC-3 = 886 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm<sup>2</sup>)

ESPESOR DE LA CARTELA

$$\sigma_{\text{flexión}}(9) = 218,4 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{límite} = 275 \text{ N/mm}^2)$$

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

## ZAPATAS

### ZAPATAS.

#### 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.)
2,60	2,50	1,50	0,38	0,34	0,00

fctd(N/mm <sup>2</sup> )	fcv(N/mm <sup>2</sup> )
1,20	0,13

COMBINACION :6

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.)
321,27	69,12	0,00	270,75	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma_a$	$\sigma_b$	$\sigma_c$	$\sigma_d$
0,00	0,18	0,18	0,00

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
1,54	2,32

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Nave de maduracion

#### ZAPATAS.

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$
-228,27	83,14	0,24	0,00	0,00	0,00

Armaduras y punzonamiento.

Ai,y (cm <sup>2</sup> )	As,y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
0,00	0,00	0,00

MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$
-30,49	-30,49	0,03	0,00	0,00	0,00

Ai,z (cm <sup>2</sup> )	As,z (cm <sup>2</sup> )
0,00	0,00

COMBINACION :9

Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + Arm. superior + 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.)
321,27	69,12	0,00	270,75	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,00	0,18	0,18	0,00

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
1,54	2,32

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$
-228,27	83,14	0,24	0,00	0,00	0,00

Armaduras y punzonamiento.

Ai,y (cm <sup>2</sup> )	As,y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
0,00	0,00	0,00

MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$
-30,49	-30,49	0,03	0,00	0,00	0,00

Ai,z (cm <sup>2</sup> )	As,z (cm <sup>2</sup> )
0,00	0,00

COMBINACION :14

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.)
220,20	-14,86	0,00	-57,87	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,05	0,01	0,01	0,05

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
4,95	7,41

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Nave de maduración

#### ZAPATAS.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai,y (cm <sup>2</sup> )	As,y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
38,84	-29,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai,z (cm <sup>2</sup> )	As,z (cm <sup>2</sup> )	
4,80	4,80	0,00	0,00	0,00	0,00	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.)
1,00	1,00	0,50	0,29	0,28	0,00

fctd(N/mm <sup>2</sup> )	fcv(N/mm <sup>2</sup> )
1,20	0,16

COMBINACION :7

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.)
1,30	-0,03	0,00	0,00	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,00	0,00	0,00	0,00

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
100,00	22,82

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai,y (cm <sup>2</sup> )	As,y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
1,01	1,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai,z (cm <sup>2</sup> )	As,z (cm <sup>2</sup> )	
1,03	1,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

COMBINACION :9

Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + tension media terreno + tension max. terreno

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Nave de maduracion

#### 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.)
178,78	0,03	0,00	0,00	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,18	0,18	0,18	0,18

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
100,00	100,00

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai,y (cm <sup>2</sup> )	As,y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
-15,76	-15,76	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai,z (cm <sup>2</sup> )	As,z (cm <sup>2</sup> )	
-15,99	-15,99	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

COMBINACION :14

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.)
-22,17	0,00	0,00	0,00	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,00	0,00	0,00	0,00

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
100,00	100,00

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai,y (cm <sup>2</sup> )	As,y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
1,13	1,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai,z (cm <sup>2</sup> )	As,z (cm <sup>2</sup> )	
1,15	1,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Nave de maduración

#### ZAPATAS.

##### 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.)
2,60	2,50	1,50	0,38	0,34	0,00

fctd(N/mm <sup>2</sup> )	fcv(N/mm <sup>2</sup> )
1,20	0,13

COMBINACION :6

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.)
317,20	-69,15	0,00	-271,27	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,19	0,00	0,00	0,19

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
1,52	2,29

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai,y (cm <sup>2</sup> )	As,y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
83,14	-235,49	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai,z (cm <sup>2</sup> )	As,z (cm <sup>2</sup> )	
-28,97	-28,97	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

COMBINACION :9

Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + Arm. superior + 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.)
317,20	-69,15	0,00	-271,27	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,19	0,00	0,00	0,19

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
1,52	2,29

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Nave de maduración

#### ZAPATAS.

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai, y (cm <sup>2</sup> )	As, y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
83,14	-235,49	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai, z (cm <sup>2</sup> )	As, z (cm <sup>2</sup> )
-28,97	-28,97	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

COMBINACION :14

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.)
220,20	14,86	0,00	57,87	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,01	0,05	0,05	0,01

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
4,95	7,41

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai, y (cm <sup>2</sup> )	As, y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
-29,03	38,84	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai, z (cm <sup>2</sup> )	As, z (cm <sup>2</sup> )
4,80	4,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

## CORREAS

#### CALCULO DE CORREAS.

CARGA PERMANENTE : 0,15 kN/m<sup>2</sup>/Cubierta. Duración permanente

CARGA MANTENIMIENTO : 0,4 kN/m<sup>2</sup>/Proy. horizontal. Duración corta

CARGA NIEVE : 0,472 kN/m<sup>2</sup>/Proy. horizontal. Duración corta

VIENTO PRESION MAYOR : 0,794 kN/m<sup>2</sup>/Cubierta. Duración corta

VIENTO SUCCION MAYOR : 0,794 kN/m<sup>2</sup>/Cubierta. Duración corta

CARGA CONCENTRADA MANTENIMIENTO : 1 kN. Duración corta

MATERIAL CORREAS : Acero S-275

SECCION : IPE 120

PENDIENTE FALDON : 20 % Equiv. a 11 °

SEPARACION CORREAS : 1 m.

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Nave de maduración

#### CALCULO DE CORREAS.

POSICION CORREAS : Normal al faldón  
NUMERO TIRANTILLAS POR VANO : SUJETA

LUZ DEL VANO : 5 m.  
NUMERO DE VANOS CONTINUOS : 3  
ALTITUD TOPOGRAFICA : 772

Tension  $\sigma_1 = 4936261,18 / 60800 + 0 / 12900 = 81,19 \text{ N/mm}^2$   
indice =  $\sigma_1 / \sigma_{275} / 1,05 = 0,31$   
 $\sigma_1$  Corresponde a : Permanente + 'Mantenimiento' + Nieve + Viento  
Donde 'Mantenimiento' es la acción variable dominante  
Este índice se corresponde con : Carga mantenimiento uniforme

Flecha vano relativa a la integridad en combinación característica  $\sigma_1 = 8,49 \text{ mm}$ . Admisible = 16,67 mm.

$\sigma_1$  Corresponde a : Permanente + 'Mantenimiento' + Nieve + Viento  
Donde 'Mantenimiento' es la acción variable dominante

Flecha vano relativa a la apariencia en combinación casi permanente  $\sigma_1 = 3,21 \text{ mm}$ . Admisible = 16,67 mm.

$\sigma_1$  Corresponde a : Permanente + 'Mantenimiento' + Nieve + Viento  
Donde 'Mantenimiento' es la acción variable dominante

## MEDICIONES

### MEDICIONES.

#### BARRAS

TIPO	DIMENSION	LONG. (m)	Peso (kg.)
I HEB	180	5	256,4
I HEB	240	10	832,1
IPE	360	41,05	2342,4
<b>Subtotal</b> .....			<b>3430,9</b>

#### PLACAS DE ANCLAJE

##### CHAPA

	PESO (Kg.)
# 10	6,3
# 15	67,4
# 35	128,6
<b>Subtotal</b> .....	
	<b>202,3</b>

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Nave de maduracion**

**MEDICIONES.**

**ANCLAJES y BULONES**

**REDONDO**

**LONG. (m)**

**PESO (Kg.)**

Ø 16

26,79

2,2

Ø 20

1,36

66,1

**Subtotal ..... 68,3**

**ZAPATA :1**

**MEDICION**

**PRECIO**

EXCAVACION

9,8

243,8

HORMIGON

9,8

1170,0

ACERO

61,2

2143,1

**Subtotal ..... 3556,9**

**ZAPATA :2**

**MEDICION**

**PRECIO**

EXCAVACION

0,5

12,5

HORMIGON

0,5

60,0

ACERO

24,0

840,8

**Subtotal ..... 913,3**

**ZAPATA :3**

**MEDICION**

**PRECIO**

EXCAVACION

9,8

243,8

HORMIGON

9,8

1170,0

ACERO

61,2

2143,1

**Subtotal ..... 3556,9**

### C. Invernaderos de vermicompostaje

#### Datos generales

- Número de nudos: 54.
- Número de barras: 53.
- Número de hipótesis de carga/ combinación de hipótesis: 6/14.
- Material: acero S-235.
- Se incluye el peso propio de la estructura.
- Método de cálculo: segundo orden.
- Coeficiente de minoración del hormigón: 1,5.
- Coeficiente de minoración del acero: 1,5.
- Tensión admisible del terreno: 0,2 N/mm<sup>2</sup>.
- Coeficiente de rozamiento de las zapatas al terreno: 0,5
- Coeficiente de mayoración de las acciones: 1,5
- Coeficiente de seguridad al vuelco: 1,5.
- Coeficiente de seguridad a deslizamientos: 1,5.



**Imagen 3: Esquema de la estructura de los invernaderos de vermicompostaje (Metalpla, 2020)**

**Tabla 15: Hipótesis de carga en Invernaderos de vermicompostaje**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DURACIÓN</b>
<b>Permanente</b>	Permanente	No procede
<b>Mantenimiento</b>	Categoría G: Cubiertas accesibles para mantenimiento	No procede
<b>Nieve</b>	Nieve : Altitud < 1.000 m sobre el nivel del mar	No procede
<b>Viento transversal A</b>	Viento: Cargas en edificación	No procede
<b>Viento transversal B</b>	Viento: Cargas en edificación	No procede
<b>Viento longitudinal</b>	Viento: Cargas en edificación	No procede

**Tabla 16: Combinación de hipótesis en Invernaderos de vermicompostaje**

VALOR	HIPÓTESIS					
COMBINACIÓN	1	2	3	4	5	6
1	1,35					
2	1,35	1,5				
3	1,35		1,5			
4	1,35			1,5		
5	1,35				1,5	
6	1,35		1,5	0,9		
7	1,35		1,5		0,9	
8	1,35		1,5			0,9
9	1,35		0,75	1,5		
10	1,35		0,75		1,5	
11			0,75			1,5
12	0,8			1,5		
13	0,8				1,5	
14	0,8					1,5

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Invernadero

## DATOS GENERALES

### Datos Generales

Número de nudos .....	54
Número de barras .....	53
Número de hipótesis de carga .....	6
Número de combinación de hipótesis .....	14
Material .....	Acero S-235
Se incluye el peso propio de la estructura .....	Sí
Método de cálculo .....	Segundo Orden

### Hipótesis de carga

Núm	Descripción	Categoría	Duración
1	Permanente	Permanente	No procede
2	Mantenimiento	Categoría G: Cubiertas accesibles para mantenimiento	No procede
3	Nieve	Nieve : Altitud < 1.000 m sobre el nivel del mar	No procede
4	Viento transversal A	Viento: Cargas en edificación	No procede
5	Viento transversal B	Viento: Cargas en edificación	No procede
6	Viento longitudinal	Viento: Cargas en edificación	No procede

## NUDOS

### NUDOS. Coordenadas en metros.

Número	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Coacción
1	0,00	0,00	0,00	Empotramiento
2	0,00	2,00	0,00	Nudo libre
3	1,00	2,64	0,00	Nudo libre
4	2,00	3,14	0,00	Nudo libre
5	3,00	3,50	0,00	Nudo libre
6	4,00	3,76	0,00	Nudo libre
7	5,00	3,91	0,00	Nudo libre
8	6,00	3,96	0,00	Nudo libre
9	7,00	3,91	0,00	Nudo libre
10	8,00	3,76	0,00	Nudo libre
11	9,00	3,50	0,00	Nudo libre
12	10,00	3,14	0,00	Nudo libre
13	11,00	2,64	0,00	Nudo libre
14	12,00	2,00	0,00	Nudo libre
15	12,00	0,00	0,00	Empotramiento
16	13,00	2,64	0,00	Nudo libre
17	14,00	3,14	0,00	Nudo libre
18	15,00	3,50	0,00	Nudo libre

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Invernadero

#### NUDOS. Coordenadas en metros.

Número	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Coacción
19	16,00	3,76	0,00	Nudo libre
20	17,00	3,91	0,00	Nudo libre
21	18,00	3,96	0,00	Nudo libre
22	19,00	3,91	0,00	Nudo libre
23	20,00	3,76	0,00	Nudo libre
24	21,00	3,50	0,00	Nudo libre
25	22,00	3,14	0,00	Nudo libre
26	23,00	2,64	0,00	Nudo libre
27	24,00	2,00	0,00	Nudo libre
28	24,00	0,00	0,00	Empotramiento
29	25,00	2,64	0,00	Nudo libre
30	26,00	3,14	0,00	Nudo libre
31	27,00	3,50	0,00	Nudo libre
32	28,00	3,76	0,00	Nudo libre
33	29,00	3,91	0,00	Nudo libre
34	30,00	3,96	0,00	Nudo libre
35	31,00	3,91	0,00	Nudo libre
36	32,00	3,76	0,00	Nudo libre
37	33,00	3,50	0,00	Nudo libre
38	34,00	3,14	0,00	Nudo libre
39	35,00	2,64	0,00	Nudo libre
40	36,00	2,00	0,00	Nudo libre
41	36,00	0,00	0,00	Empotramiento
42	37,00	2,64	0,00	Nudo libre
43	38,00	3,14	0,00	Nudo libre
44	39,00	3,50	0,00	Nudo libre
45	40,00	3,76	0,00	Nudo libre
46	41,00	3,91	0,00	Nudo libre
47	42,00	3,96	0,00	Nudo libre
48	43,00	3,91	0,00	Nudo libre
49	44,00	3,76	0,00	Nudo libre
50	45,00	3,50	0,00	Nudo libre
51	46,00	3,14	0,00	Nudo libre
52	47,00	2,64	0,00	Nudo libre
53	48,00	2,00	0,00	Nudo libre
54	48,00	0,00	0,00	Empotramiento

## BARRAS

#### BARRAS.

(kN m / radián)

Barra	Nudo i	Nudo j	Clase	Lep	Lept	Grupo	Beta	Articulación
1	1	2	Pilar	0,00	0,00	1	0,00	Sin enlaces articulados
2	2	3	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
3	3	4	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
4	4	5	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
5	5	6	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
6	6	7	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados

**Proyecto : Planta de compostaje****Estructura : Invernadero****BARRAS.****(kN m / radián)**

Barra	Nudo i	Nudo j	Clase	Lep	Lept	Grupo	Beta	Articulación
7	7	8	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
8	8	9	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
9	9	10	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
10	10	11	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
11	11	12	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
12	12	13	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
13	13	14	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
14	14	15	Pilar	0,00	0,00	1	0,00	Sin enlaces articulados
15	14	16	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
16	16	17	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
17	17	18	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
18	18	19	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
19	19	20	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
20	20	21	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
21	21	22	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
22	22	23	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
23	23	24	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
24	24	25	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
25	25	26	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
26	26	27	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
27	27	28	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
28	27	29	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
29	29	30	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
30	30	31	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
31	31	32	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
32	32	33	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
33	33	34	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
34	34	35	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
35	35	36	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
36	36	37	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
37	37	38	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
38	38	39	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
39	39	40	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
40	40	41	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
41	40	42	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
42	42	43	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
43	43	44	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
44	44	45	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
45	45	46	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
46	46	47	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
47	47	48	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados

**Proyecto : Planta de compostaje****Estructura : Invernadero****BARRAS.****(kN m / radián)**

Barra	Nudo i	Nudo j	Clase	Lep	Lept	Grupo	Beta	Articulación
48	48	49	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
49	49	50	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
50	50	51	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
51	51	52	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
52	52	53	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados
53	53	54	Viga	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados

**BARRAS.**

Barra	Tabla	Tamaño	Material
1	Tubo Circular	200.6	Acero S-235
2	Tubo Circular	100.5	Acero S-235
3	Tubo Circular	100.4	Acero S-235
4	Tubo Circular	100.4	Acero S-235
5	Tubo Circular	90.3	Acero S-235
6	Tubo Circular	70.3	Acero S-235
7	Tubo Circular	90.3	Acero S-235
8	Tubo Circular	90.3	Acero S-235
9	Tubo Circular	90.3	Acero S-235
10	Tubo Circular	90.3	Acero S-235
11	Tubo Circular	70.3	Acero S-235
12	Tubo Circular	90.3	Acero S-235
13	Tubo Circular	90.3	Acero S-235
14	Tubo Circular	200.6	Acero S-235
15	Tubo Circular	100.6	Material menú
16	Tubo Circular	90.3	Material menú
17	Tubo Circular	90.3	Material menú
18	Tubo Circular	90.3	Material menú
19	Tubo Circular	90.3	Material menú
20	Tubo Circular	90.3	Material menú
21	Tubo Circular	90.3	Material menú
22	Tubo Circular	70.3	Material menú
23	Tubo Circular	70.3	Material menú
24	Tubo Circular	90.3	Material menú
25	Tubo Circular	90.3	Material menú
26	Tubo Circular	90.3	Material menú
27	Tubo Circular	70.3	Material menú
28	Tubo Circular	90.3	Material menú
29	Tubo Circular	90.3	Material menú
30	Tubo Circular	90.4	Material menú
31	Tubo Circular	90.4	Material menú
32	Tubo Circular	90.3	Material menú

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Invernadero

#### BARRAS.

Barra	Tabla	Tamaño	Material
33	Tubo Circular	90.3	Material menú
34	Tubo Circular	90.3	Material menú
35	Tubo Circular	90.3	Material menú
36	Tubo Circular	90.3	Material menú
37	Tubo Circular	90.3	Material menú
38	Tubo Circular	90.3	Material menú
39	Tubo Circular	90.3	Material menú
40	Tubo Circular	90.3	Material menú
41	Tubo Circular	70.3	Material menú
42	Tubo Circular	90.3	Material menú
43	Tubo Circular	90.3	Material menú
44	Tubo Circular	90.3	Material menú
45	Tubo Circular	90.3	Material menú
46	Tubo Circular	90.3	Material menú
47	Tubo Circular	90.3	Material menú
48	Tubo Circular	90.3	Material menú
49	Tubo Circular	90.3	Material menú
50	Tubo Circular	100.4	Material menú
51	Tubo Circular	100.4	Material menú
52	Tubo Circular	100.5	Material menú
53	Tubo Circular	200.8	Material menú

#### CARGAS EN BARRA

CARGAS EN BARRAS.		(kN y mkN)	Angulo : grados sexagesimales				
Hip.	Barra	Tipo	Ejes	Intensidad	Angulo	Dist.(m.)	L.Aplic.(m)
1	1	Uniforme p.p.	Generales	0,296	90	0,00	0,00
1	2	Uniforme p.p.	Generales	0,120	90	0,00	0,00
1	2	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	3	Uniforme p.p.	Generales	0,100	90	0,00	0,00
1	3	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	4	Uniforme p.p.	Generales	0,100	90	0,00	0,00
1	4	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	5	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
1	5	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	6	Uniforme p.p.	Generales	0,051	90	0,00	0,00
1	6	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	7	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	7	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
1	8	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	8	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00

**Proyecto : Planta de compostaje****Estructura : Invernadero**

<b>CARGAS EN BARRAS.</b>			<b>(kN y mkN)</b>	<b>Angulo : grados sexagesimales</b>			
<b>Hip.</b>	<b>Barra</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ejes</b>	<b>Intensidad</b>	<b>Angulo</b>	<b>Dist.(m.)</b>	<b>L.Aplic.(m)</b>
1	9	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
1	9	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	10	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
1	10	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	11	Uniforme p.p.	Generales	0,051	90	0,00	0,00
1	11	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	12	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
1	12	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	13	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
1	13	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	14	Uniforme p.p.	Generales	0,296	90	0,00	0,00
1	15	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	15	Uniforme p.p.	Generales	0,143	90	0,00	0,00
1	16	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	16	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
1	17	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	17	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
1	18	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	18	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
1	19	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
1	19	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	20	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	20	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
1	21	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	21	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
1	22	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	22	Uniforme p.p.	Generales	0,051	90	0,00	0,00
1	23	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	23	Uniforme p.p.	Generales	0,051	90	0,00	0,00
1	24	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	24	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
1	25	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
1	25	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	26	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	26	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
1	27	Uniforme p.p.	Generales	0,051	90	0,00	0,00
1	28	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
1	28	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	29	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	29	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
1	30	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00

**Proyecto : Planta de compostaje****Estructura : Invernadero**

<b>CARGAS EN BARRAS.</b>			<b>(kN y mkN)</b>	<b>Angulo : grados sexagesimales</b>			
<b>Hip.</b>	<b>Barra</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ejes</b>	<b>Intensidad</b>	<b>Angulo</b>	<b>Dist.(m.)</b>	<b>L.Aplic.(m)</b>
1	30	Uniforme p.p.	Generales	0,087	90	0,00	0,00
1	31	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	31	Uniforme p.p.	Generales	0,087	90	0,00	0,00
1	32	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	32	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
1	33	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	33	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
1	34	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	34	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
1	35	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	35	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
1	36	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
1	36	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	37	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	37	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
1	38	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
1	38	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	39	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
1	39	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	40	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
1	41	Uniforme p.p.	Generales	0,051	90	0,00	0,00
1	41	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	42	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	42	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
1	43	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
1	43	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	44	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	44	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
1	45	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
1	45	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	46	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
1	46	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	47	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	47	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
1	48	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	48	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
1	49	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
1	49	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	50	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	50	Uniforme p.p.	Generales	0,100	90	0,00	0,00
1	51	Uniforme p.p.	Generales	0,100	90	0,00	0,00

**Proyecto : Planta de compostaje****Estructura : Invernadero**

<b>CARGAS EN BARRAS.</b>			<b>(kN y mkN)</b>	<b>Angulo : grados sexagesimales</b>			
<b>Hip.</b>	<b>Barra</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ejes</b>	<b>Intensidad</b>	<b>Angulo</b>	<b>Dist.(m.)</b>	<b>L.Aplic.(m)</b>
1	51	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	52	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	52	Uniforme p.p.	Generales	0,120	90	0,00	0,00
1	53	Uniforme	Generales	0,168	90	0,00	0,00
1	53	Uniforme p.p.	Generales	0,391	90	0,00	0,00
2	2	Uniforme	Generales	0,417	90	0,00	0,00
2	3	Uniforme	Generales	0,805	90	0,00	0,00
2	4	Uniforme	Generales	1,261	90	0,00	0,00
2	5	Uniforme	Generales	1,297	90	0,00	0,00
2	6	Uniforme	Generales	1,326	90	0,00	0,00
2	7	Uniforme	Generales	1,339	90	0,00	0,00
2	8	Uniforme	Generales	1,339	90	0,00	0,00
2	9	Uniforme	Generales	1,326	90	0,00	0,00
2	10	Uniforme	Generales	1,297	90	0,00	0,00
2	11	Uniforme	Generales	1,261	90	0,00	0,00
2	12	Uniforme	Generales	0,805	90	0,00	0,00
2	13	Uniforme	Generales	0,417	90	0,00	0,00
2	15	Uniforme	Generales	0,417	90	0,00	0,00
2	16	Uniforme	Generales	0,805	90	0,00	0,00
2	17	Uniforme	Generales	1,261	90	0,00	0,00
2	18	Uniforme	Generales	1,297	90	0,00	0,00
2	19	Uniforme	Generales	1,326	90	0,00	0,00
2	20	Uniforme	Generales	1,339	90	0,00	0,00
2	21	Uniforme	Generales	1,339	90	0,00	0,00
2	22	Uniforme	Generales	1,326	90	0,00	0,00
2	23	Uniforme	Generales	1,297	90	0,00	0,00
2	24	Uniforme	Generales	1,261	90	0,00	0,00
2	25	Uniforme	Generales	0,805	90	0,00	0,00
2	26	Uniforme	Generales	0,417	90	0,00	0,00
2	28	Uniforme	Generales	0,417	90	0,00	0,00
2	29	Uniforme	Generales	0,805	90	0,00	0,00
2	30	Uniforme	Generales	1,261	90	0,00	0,00
2	31	Uniforme	Generales	1,297	90	0,00	0,00
2	32	Uniforme	Generales	1,326	90	0,00	0,00
2	33	Uniforme	Generales	1,339	90	0,00	0,00
2	34	Uniforme	Generales	1,339	90	0,00	0,00
2	35	Uniforme	Generales	1,326	90	0,00	0,00
2	36	Uniforme	Generales	1,297	90	0,00	0,00
2	37	Uniforme	Generales	1,261	90	0,00	0,00
2	38	Uniforme	Generales	0,805	90	0,00	0,00
2	39	Uniforme	Generales	0,417	90	0,00	0,00

**Proyecto : Planta de compostaje****Estructura : Invernadero**

<b>CARGAS EN BARRAS.</b>			<b>(kN y mkN)</b>	<b>Angulo : grados sexagesimales</b>			
<b>Hip.</b>	<b>Barra</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ejes</b>	<b>Intensidad</b>	<b>Angulo</b>	<b>Dist.(m.)</b>	<b>L.Aplic.(m)</b>
2	41	Uniforme	Generales	0,417	90	0,00	0,00
2	42	Uniforme	Generales	0,805	90	0,00	0,00
2	43	Uniforme	Generales	1,261	90	0,00	0,00
2	44	Uniforme	Generales	1,297	90	0,00	0,00
2	45	Uniforme	Generales	1,326	90	0,00	0,00
2	46	Uniforme	Generales	1,339	90	0,00	0,00
2	47	Uniforme	Generales	1,339	90	0,00	0,00
2	48	Uniforme	Generales	1,326	90	0,00	0,00
2	49	Uniforme	Generales	1,297	90	0,00	0,00
2	50	Uniforme	Generales	1,261	90	0,00	0,00
2	51	Uniforme	Generales	0,805	90	0,00	0,00
2	52	Uniforme	Generales	0,417	90	0,00	0,00
3	2	Uniforme	Generales	1,216	90	0,00	0,00
3	3	Uniforme	Generales	1,415	90	0,00	0,00
3	4	Uniforme	Generales	1,488	90	0,00	0,00
3	5	Uniforme	Generales	1,531	90	0,00	0,00
3	6	Uniforme	Generales	1,564	90	0,00	0,00
3	7	Uniforme	Generales	1,580	90	0,00	0,00
3	8	Uniforme	Generales	1,580	90	0,00	0,00
3	9	Uniforme	Generales	1,564	90	0,00	0,00
3	10	Uniforme	Generales	1,531	90	0,00	0,00
3	11	Uniforme	Generales	1,488	90	0,00	0,00
3	12	Uniforme	Generales	1,415	90	0,00	0,00
3	13	Uniforme	Generales	1,216	90	0,00	0,00
3	15	Uniforme	Generales	1,216	90	0,00	0,00
3	16	Uniforme	Generales	1,415	90	0,00	0,00
3	17	Uniforme	Generales	1,488	90	0,00	0,00
3	18	Uniforme	Generales	1,531	90	0,00	0,00
3	19	Uniforme	Generales	1,564	90	0,00	0,00
3	20	Uniforme	Generales	1,580	90	0,00	0,00
3	21	Uniforme	Generales	1,580	90	0,00	0,00
3	22	Uniforme	Generales	1,564	90	0,00	0,00
3	23	Uniforme	Generales	1,531	90	0,00	0,00
3	24	Uniforme	Generales	1,488	90	0,00	0,00
3	25	Uniforme	Generales	1,415	90	0,00	0,00
3	26	Uniforme	Generales	1,216	90	0,00	0,00
3	28	Uniforme	Generales	1,216	90	0,00	0,00
3	29	Uniforme	Generales	1,415	90	0,00	0,00
3	30	Uniforme	Generales	1,488	90	0,00	0,00
3	31	Uniforme	Generales	1,531	90	0,00	0,00
3	32	Uniforme	Generales	1,564	90	0,00	0,00

**Proyecto : Planta de compostaje****Estructura : Invernadero**

<b>CARGAS EN BARRAS.</b>			<b>(kN y mkN)</b>	<b>Angulo : grados sexagesimales</b>			
<b>Hip.</b>	<b>Barra</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ejes</b>	<b>Intensidad</b>	<b>Angulo</b>	<b>Dist.(m.)</b>	<b>L.Aplic.(m)</b>
3	33	Uniforme	Generales	1,580	90	0,00	0,00
3	34	Uniforme	Generales	1,580	90	0,00	0,00
3	35	Uniforme	Generales	1,564	90	0,00	0,00
3	36	Uniforme	Generales	1,531	90	0,00	0,00
3	37	Uniforme	Generales	1,488	90	0,00	0,00
3	38	Uniforme	Generales	1,415	90	0,00	0,00
3	39	Uniforme	Generales	1,216	90	0,00	0,00
3	41	Uniforme	Generales	1,216	90	0,00	0,00
3	42	Uniforme	Generales	1,415	90	0,00	0,00
3	43	Uniforme	Generales	1,488	90	0,00	0,00
3	44	Uniforme	Generales	1,531	90	0,00	0,00
3	45	Uniforme	Generales	1,564	90	0,00	0,00
3	46	Uniforme	Generales	1,580	90	0,00	0,00
3	47	Uniforme	Generales	1,580	90	0,00	0,00
3	48	Uniforme	Generales	1,564	90	0,00	0,00
3	49	Uniforme	Generales	1,531	90	0,00	0,00
3	50	Uniforme	Generales	1,488	90	0,00	0,00
3	51	Uniforme	Generales	1,415	90	0,00	0,00
3	52	Uniforme	Generales	1,216	90	0,00	0,00
4	1	Uniforme	Generales	1,645	0	0,00	0,00
4	2	Uniforme	Generales	0,391	237,4	0,00	0,00
4	2	Parcial uniforme	Generales	0,586	237,4	0,00	0,79
4	3	Uniforme	Generales	0,560	243,4	0,00	0,00
4	4	Uniforme	Generales	0,697	250,2	0,00	0,00
4	5	Uniforme	Generales	0,833	255,4	0,00	0,00
4	6	Uniforme	Generales	1,332	261,5	0,00	0,00
4	7	Uniforme	Generales	1,740	267,1	0,00	0,00
4	8	Uniforme	Generales	0,541	-267,1	0,00	0,00
4	9	Uniforme	Generales	0,032	-81,47	0,00	0,00
4	10	Uniforme	Generales	0,996	-75,43	0,00	0,00
4	11	Uniforme	Generales	1,040	-70,2	0,00	0,00
4	12	Uniforme	Generales	1,003	-63,43	0,00	0,00
4	13	Uniforme	Generales	0,864	-57,38	0,00	0,00
4	15	Uniforme	Generales	0,391	237,4	0,00	0,00
4	15	Parcial uniforme	Generales	0,586	237,4	0,00	0,79
4	16	Uniforme	Generales	0,560	243,4	0,00	0,00
4	17	Uniforme	Generales	0,697	250,2	0,00	0,00
4	18	Uniforme	Generales	0,833	255,4	0,00	0,00
4	19	Uniforme	Generales	1,332	261,5	0,00	0,00
4	20	Uniforme	Generales	1,740	267,1	0,00	0,00
4	21	Uniforme	Generales	0,541	-267,1	0,00	0,00

**Proyecto : Planta de compostaje****Estructura : Invernadero**

<b>CARGAS EN BARRAS.</b>			<b>(kN y mkN)</b>	<b>Angulo : grados sexagesimales</b>			
<b>Hip.</b>	<b>Barra</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ejes</b>	<b>Intensidad</b>	<b>Angulo</b>	<b>Dist.(m.)</b>	<b>L.Aplic.(m)</b>
4	22	Uniforme	Generales	0,032	-81,47	0,00	0,00
4	23	Uniforme	Generales	0,996	-75,43	0,00	0,00
4	24	Uniforme	Generales	1,040	-70,2	0,00	0,00
4	25	Uniforme	Generales	1,003	-63,43	0,00	0,00
4	26	Uniforme	Generales	0,864	-57,38	0,00	0,00
4	28	Uniforme	Generales	0,391	237,4	0,00	0,00
4	28	Parcial uniforme	Generales	0,586	237,4	0,00	0,79
4	29	Uniforme	Generales	0,560	243,4	0,00	0,00
4	30	Uniforme	Generales	0,697	250,2	0,00	0,00
4	31	Uniforme	Generales	0,833	255,4	0,00	0,00
4	32	Uniforme	Generales	1,332	261,5	0,00	0,00
4	33	Uniforme	Generales	1,740	267,1	0,00	0,00
4	34	Uniforme	Generales	0,541	-267,1	0,00	0,00
4	35	Uniforme	Generales	0,032	-81,47	0,00	0,00
4	36	Uniforme	Generales	0,996	-75,43	0,00	0,00
4	37	Uniforme	Generales	1,040	-70,2	0,00	0,00
4	38	Uniforme	Generales	1,003	-63,43	0,00	0,00
4	39	Uniforme	Generales	0,864	-57,38	0,00	0,00
4	41	Uniforme	Generales	0,391	237,4	0,00	0,00
4	41	Parcial uniforme	Generales	0,586	237,4	0,00	0,79
4	42	Uniforme	Generales	0,560	243,4	0,00	0,00
4	43	Uniforme	Generales	0,697	250,2	0,00	0,00
4	44	Uniforme	Generales	0,833	255,4	0,00	0,00
4	45	Uniforme	Generales	1,332	261,5	0,00	0,00
4	46	Uniforme	Generales	1,740	267,1	0,00	0,00
4	47	Uniforme	Generales	0,541	-267,1	0,00	0,00
4	48	Uniforme	Generales	0,032	-81,47	0,00	0,00
4	49	Uniforme	Generales	0,996	-75,43	0,00	0,00
4	50	Uniforme	Generales	1,040	-70,2	0,00	0,00
4	51	Uniforme	Generales	1,003	-63,43	0,00	0,00
4	52	Uniforme	Generales	0,864	-57,38	0,00	0,00
4	53	Uniforme	Generales	1,717	0	0,00	0,00
5	1	Uniforme	Generales	1,645	0	0,00	0,00
5	2	Uniforme	Generales	1,029	57,38	0,00	0,00
5	2	Parcial uniforme	Generales	0,627	57,38	0,00	0,79
5	3	Uniforme	Generales	0,889	63,43	0,00	0,00
5	4	Uniforme	Generales	0,686	70,2	0,00	0,00
5	5	Uniforme	Generales	0,509	75,43	0,00	0,00
5	6	Uniforme	Generales	0,190	81,47	0,00	0,00
5	7	Uniforme	Generales	0,463	267,1	0,00	0,00
5	8	Uniforme	Generales	1,623	-87,14	0,00	0,00

**Proyecto : Planta de compostaje****Estructura : Invernadero**

<b>CARGAS EN BARRAS.</b>			<b>(kN y mkN)</b>	<b>Angulo : grados sexagesimales</b>			
<b>Hip.</b>	<b>Barra</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ejes</b>	<b>Intensidad</b>	<b>Angulo</b>	<b>Dist.(m.)</b>	<b>L.Aplic.(m)</b>
5	9	Uniforme	Generales	1,045	-81,47	0,00	0,00
5	10	Uniforme	Generales	0,068	-75,43	0,00	0,00
5	15	Uniforme	Generales	1,029	57,38	0,00	0,00
5	15	Parcial uniforme	Generales	0,627	57,38	0,00	0,79
5	16	Uniforme	Generales	0,889	63,43	0,00	0,00
5	17	Uniforme	Generales	0,686	70,2	0,00	0,00
5	18	Uniforme	Generales	0,509	75,43	0,00	0,00
5	19	Uniforme	Generales	0,190	81,47	0,00	0,00
5	20	Uniforme	Generales	0,463	267,1	0,00	0,00
5	21	Uniforme	Generales	1,623	-87,14	0,00	0,00
5	22	Uniforme	Generales	1,045	-81,47	0,00	0,00
5	23	Uniforme	Generales	0,068	-75,43	0,00	0,00
5	28	Uniforme	Generales	1,029	57,38	0,00	0,00
5	28	Parcial uniforme	Generales	0,627	57,38	0,00	0,79
5	29	Uniforme	Generales	0,889	63,43	0,00	0,00
5	30	Uniforme	Generales	0,686	70,2	0,00	0,00
5	31	Uniforme	Generales	0,509	75,43	0,00	0,00
5	32	Uniforme	Generales	0,190	81,47	0,00	0,00
5	33	Uniforme	Generales	0,463	267,1	0,00	0,00
5	34	Uniforme	Generales	1,623	-87,14	0,00	0,00
5	35	Uniforme	Generales	1,045	-81,47	0,00	0,00
5	36	Uniforme	Generales	0,068	-75,43	0,00	0,00
5	41	Uniforme	Generales	1,029	57,38	0,00	0,00
5	41	Parcial uniforme	Generales	0,627	57,38	0,00	0,79
5	42	Uniforme	Generales	0,889	63,43	0,00	0,00
5	43	Uniforme	Generales	0,686	70,2	0,00	0,00
5	44	Uniforme	Generales	0,509	75,43	0,00	0,00
5	45	Uniforme	Generales	0,190	81,47	0,00	0,00
5	46	Uniforme	Generales	0,463	267,1	0,00	0,00
5	47	Uniforme	Generales	1,623	-87,14	0,00	0,00
5	48	Uniforme	Generales	1,045	-81,47	0,00	0,00
5	49	Uniforme	Generales	0,068	-75,43	0,00	0,00
5	53	Uniforme	Generales	1,717	0	0,00	0,00
6	1	Uniforme	Generales	1,860	180	0,00	0,00
6	2	Uniforme	Generales	2,005	237,4	0,00	0,00
6	3	Uniforme	Generales	1,976	243,4	0,00	0,00
6	4	Uniforme	Generales	1,830	250,2	0,00	0,00
6	5	Uniforme	Generales	1,726	255,4	0,00	0,00
6	6	Uniforme	Generales	1,911	261,5	0,00	0,00
6	7	Uniforme	Generales	2,017	267,1	0,00	0,00
6	8	Uniforme	Generales	2,016	-87,14	0,00	0,00

**Proyecto : Planta de compostaje****Estructura : Invernadero**

<b>CARGAS EN BARRAS.</b>			<b>(kN y mkN)</b>	<b>Angulo : grados sexagesimales</b>			
<b>Hip.</b>	<b>Barra</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ejes</b>	<b>Intensidad</b>	<b>Angulo</b>	<b>Dist.(m.)</b>	<b>L.Aplic.(m)</b>
6	9	Uniforme	Generales	1,909	-81,47	0,00	0,00
6	10	Uniforme	Generales	1,725	-75,43	0,00	0,00
6	11	Uniforme	Generales	1,828	-70,2	0,00	0,00
6	12	Uniforme	Generales	1,975	-63,43	0,00	0,00
6	13	Uniforme	Generales	2,003	-57,38	0,00	0,00
6	15	Uniforme	Generales	2,005	237,4	0,00	0,00
6	16	Uniforme	Generales	1,976	243,4	0,00	0,00
6	17	Uniforme	Generales	1,830	250,2	0,00	0,00
6	18	Uniforme	Generales	1,726	255,4	0,00	0,00
6	19	Uniforme	Generales	1,911	261,5	0,00	0,00
6	20	Uniforme	Generales	2,017	267,1	0,00	0,00
6	21	Uniforme	Generales	2,016	-87,14	0,00	0,00
6	22	Uniforme	Generales	1,909	-81,47	0,00	0,00
6	23	Uniforme	Generales	1,725	-75,43	0,00	0,00
6	24	Uniforme	Generales	1,828	-70,2	0,00	0,00
6	25	Uniforme	Generales	1,975	-63,43	0,00	0,00
6	26	Uniforme	Generales	2,003	-57,38	0,00	0,00
6	28	Uniforme	Generales	2,005	237,4	0,00	0,00
6	29	Uniforme	Generales	1,976	243,4	0,00	0,00
6	30	Uniforme	Generales	1,830	250,2	0,00	0,00
6	31	Uniforme	Generales	1,726	255,4	0,00	0,00
6	32	Uniforme	Generales	1,911	261,5	0,00	0,00
6	33	Uniforme	Generales	2,017	267,1	0,00	0,00
6	34	Uniforme	Generales	2,016	-87,14	0,00	0,00
6	35	Uniforme	Generales	1,909	-81,47	0,00	0,00
6	36	Uniforme	Generales	1,725	-75,43	0,00	0,00
6	37	Uniforme	Generales	1,828	-70,2	0,00	0,00
6	38	Uniforme	Generales	1,975	-63,43	0,00	0,00
6	39	Uniforme	Generales	2,003	-57,38	0,00	0,00
6	41	Uniforme	Generales	2,005	237,4	0,00	0,00
6	42	Uniforme	Generales	1,976	243,4	0,00	0,00
6	43	Uniforme	Generales	1,830	250,2	0,00	0,00
6	44	Uniforme	Generales	1,726	255,4	0,00	0,00
6	45	Uniforme	Generales	1,911	261,5	0,00	0,00
6	46	Uniforme	Generales	2,017	267,1	0,00	0,00
6	47	Uniforme	Generales	2,016	-87,14	0,00	0,00
6	48	Uniforme	Generales	1,909	-81,47	0,00	0,00
6	49	Uniforme	Generales	1,725	-75,43	0,00	0,00
6	50	Uniforme	Generales	1,828	-70,2	0,00	0,00
6	51	Uniforme	Generales	1,975	-63,43	0,00	0,00
6	52	Uniforme	Generales	2,003	-57,38	0,00	0,00

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Invernadero

#### CARGAS EN BARRAS.

(kN y mkN)

Angulo : grados sexagesimales

Hip.	Barra	Tipo	Ejes	Intensidad	Angulo	Dist.(m.)	L.Aplic.(m)
6	53	Uniforme	Generales	1,871	180	0,00	0,00

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

## COMBINACIONES DE HIPOTESIS

### 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	0,90		
7	1,35		1,50		0,90	
8	1,35		1,50			0,90
9	1,35		0,75	1,50		
10	1,35		0,75		1,50	
11	1,35		0,75			1,50
12	0,80			1,50		
13	0,80				1,50	
14	0,80					1,50

## DATOS DE CALCULO DE CIMENTACION

### DATOS DE PLACAS DE ANCLAJE y ZAPATAS.

#### DATOS GENERALES

HORMIGON	: Resistencia característica (N/mm <sup>2</sup> .)	: 25
HORMIGON	: Coeficiente de minoración çc	: 1,5
ACERO	: Límite elástico característico (N/mm <sup>2</sup> )	: 500
ACERO	: Coeficiente de minoración çs	: 1,15
TERRENO	: Tensión admisible (N/mm <sup>2</sup> )	: 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/m <sup>3</sup> )	: 25
PRECIO	: Hormigón (Euros/m <sup>3</sup> )	: 120

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Invernadero

#### DATOS DE PLACAS DE ANCLAJE y ZAPATAS.

PRECIO	:	Acero (Euros/kg.)	:	35
PRECIO	:	Pórtico metálico (Euros/kg.)	:	2,1
PRECIO	:	Correas (Euros/kg.)	:	2,5
PRECIO	:	Viga carril (Euros/kg.)	:	2,1

N.GRU	A/B-max	H-min	HT (m.)	$\delta$ (DEP/A)	F (kN.)	DF (m.)	Nudo
0	1	0	0		0	0	1
0	1	0	0		0	0	15
0	1	0	0		0	0	28
0	1	0	0		0	0	41
0	1	0	0		0	0	54

## FUERZAS EN EXTREMOS DE BARRAS

### ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)

#### Barra : 1

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	1	-3,010	2,851	0,000	0,000	0,000	-5,230
	2	-2,211	2,851	0,000	0,000	0,000	-0,479
2	1	-13,277	20,337	0,000	0,000	0,000	-39,549
	2	-12,478	20,337	0,000	0,000	0,000	-1,316
3	1	-17,173	24,088	0,000	0,000	0,000	-46,272
	2	-16,374	24,088	0,000	0,000	0,000	-2,191
4	1	3,985	-10,473	0,000	0,000	0,000	14,187
	2	4,784	-5,538	0,000	0,000	0,000	1,806
5	1	-6,001	-8,990	0,000	0,000	0,000	19,709
	2	-5,202	-4,055	0,000	0,000	0,000	-6,617
6	1	-12,973	15,883	0,000	0,000	0,000	-34,034
	2	-12,174	18,844	0,000	0,000	0,000	-0,859
7	1	-19,070	16,718	0,000	0,000	0,000	-29,495
	2	-18,271	19,679	0,000	0,000	0,000	-7,089
8	1	-6,800	13,859	0,000	0,000	0,000	-23,684
	2	-6,001	10,511	0,000	0,000	0,000	-0,742
9	1	-3,104	-0,119	0,000	0,000	0,000	-5,467
	2	-2,305	4,816	0,000	0,000	0,000	0,763
10	1	-13,151	1,323	0,000	0,000	0,000	0,814
	2	-12,352	6,258	0,000	0,000	0,000	-8,377
11	1	7,236	-3,068	0,000	0,000	0,000	10,021
	2	8,035	-8,648	0,000	0,000	0,000	1,667

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Invernadero**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

12	1	5,211	-11,621	0,000	0,000	0,000	16,279
	2	5,685	-6,686	0,000	0,000	0,000	2,002
13	1	-4,769	-10,133	0,000	0,000	0,000	21,723
	2	-4,296	-5,198	0,000	0,000	0,000	-6,349
14	1	15,574	-14,317	0,000	0,000	0,000	30,777
	2	16,048	-19,897	0,000	0,000	0,000	3,262

**Barra : 2**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	2	-3,594	-0,325	0,000	0,000	0,000	0,479
	3	-3,344	0,064	0,000	0,000	0,000	-0,327
2	2	-23,856	0,453	0,000	0,000	0,000	1,316
	3	-23,206	1,468	0,000	0,000	0,000	-2,674
3	2	-29,115	-0,807	0,000	0,000	0,000	2,191
	3	-27,699	1,407	0,000	0,000	0,000	-2,838
4	2	7,243	1,044	0,000	0,000	0,000	-1,806
	3	7,493	0,041	0,000	0,000	0,000	1,295
5	2	0,611	-6,567	0,000	0,000	0,000	6,617
	3	0,860	-3,600	0,000	0,000	0,000	-0,738
6	2	-22,434	-0,096	0,000	0,000	0,000	0,859
	3	-21,018	1,282	0,000	0,000	0,000	-1,685
7	2	-26,424	-4,781	0,000	0,000	0,000	7,089
	3	-25,007	-1,021	0,000	0,000	0,000	-3,643
8	2	-12,087	0,612	0,000	0,000	0,000	0,742
	3	-10,671	0,683	0,000	0,000	0,000	-1,572
9	2	-5,298	0,654	0,000	0,000	0,000	-0,763
	3	-4,466	0,563	0,000	0,000	0,000	0,159
10	2	-11,929	-7,030	0,000	0,000	0,000	8,377
	3	-11,096	-3,152	0,000	0,000	0,000	-2,308
11	2	11,615	2,106	0,000	0,000	0,000	-1,667
	3	12,448	-0,163	0,000	0,000	0,000	0,498
12	2	8,696	1,184	0,000	0,000	0,000	-2,002
	3	8,844	0,022	0,000	0,000	0,000	1,417
13	2	2,063	-6,420	0,000	0,000	0,000	6,349
	3	2,210	-3,612	0,000	0,000	0,000	-0,576
14	2	25,409	2,791	0,000	0,000	0,000	-3,262
	3	25,557	-0,549	0,000	0,000	0,000	1,807

**Proyecto : Planta de compostaje****Estructura : Invernadero****ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)****Barra : 3**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	3	-3,332	-0,289	0,000	0,000	0,000	0,327
	4	-3,151	0,073	0,000	0,000	0,000	-0,204
2	3	-23,232	-0,988	0,000	0,000	0,000	2,674
	4	-22,447	0,582	0,000	0,000	0,000	-2,434
3	3	-27,693	-1,523	0,000	0,000	0,000	2,838
	4	-26,450	0,962	0,000	0,000	0,000	-2,513
4	3	7,446	0,831	0,000	0,000	0,000	-1,295
	4	7,628	0,254	0,000	0,000	0,000	0,721
5	3	1,235	-3,490	0,000	0,000	0,000	0,738
	4	1,416	-1,637	0,000	0,000	0,000	2,103
6	3	-21,036	-0,942	0,000	0,000	0,000	1,685
	4	-19,793	0,979	0,000	0,000	0,000	-1,767
7	3	-24,760	-3,653	0,000	0,000	0,000	3,643
	4	-23,518	-0,274	0,000	0,000	0,000	-1,035
8	3	-10,683	-0,447	0,000	0,000	0,000	1,572
	4	-9,441	0,050	0,000	0,000	0,000	-1,343
9	3	-4,500	0,089	0,000	0,000	0,000	-0,159
	4	-3,788	0,573	0,000	0,000	0,000	-0,231
10	3	-10,702	-4,304	0,000	0,000	0,000	2,308
	4	-9,990	-1,390	0,000	0,000	0,000	1,119
11	3	12,396	1,151	0,000	0,000	0,000	-0,498
	4	13,108	-0,740	0,000	0,000	0,000	0,276
12	3	8,792	0,955	0,000	0,000	0,000	-1,417
	4	8,900	0,230	0,000	0,000	0,000	0,794
13	3	2,579	-3,359	0,000	0,000	0,000	0,576
	4	2,686	-1,653	0,000	0,000	0,000	2,176
14	3	25,472	2,150	0,000	0,000	0,000	-1,807
	4	25,580	-0,950	0,000	0,000	0,000	1,185

**Barra : 4**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	4	-3,138	-0,299	0,000	0,000	0,000	0,204
	5	-3,008	0,064	0,000	0,000	0,000	-0,076
2	4	-22,359	-2,067	0,000	0,000	0,000	2,434
	5	-21,548	0,187	0,000	0,000	0,000	-1,237

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Invernadero**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

3	4	-26,380	-2,161	0,000	0,000	0,000	2,513
	5	-25,446	0,433	0,000	0,000	0,000	-1,362
4	4	7,545	1,151	0,000	0,000	0,000	-0,721
	5	7,675	0,402	0,000	0,000	0,000	-0,054
5	4	1,599	-1,458	0,000	0,000	0,000	-2,103
	5	1,729	-0,003	0,000	0,000	0,000	2,862
6	4	-19,771	-1,360	0,000	0,000	0,000	1,767
	5	-18,837	0,568	0,000	0,000	0,000	-1,285
7	4	-23,322	-3,043	0,000	0,000	0,000	1,035
	5	-22,388	0,208	0,000	0,000	0,000	0,920
8	4	-9,381	-1,063	0,000	0,000	0,000	1,343
	5	-8,447	-0,219	0,000	0,000	0,000	-0,611
9	4	-3,829	0,123	0,000	0,000	0,000	0,231
	5	-3,297	0,490	0,000	0,000	0,000	-0,569
10	4	-9,757	-2,557	0,000	0,000	0,000	-1,119
	5	-9,225	0,014	0,000	0,000	0,000	2,643
11	4	13,104	0,810	0,000	0,000	0,000	-0,276
	5	13,636	-0,629	0,000	0,000	0,000	0,194
12	4	8,811	1,277	0,000	0,000	0,000	-0,794
	5	8,888	0,380	0,000	0,000	0,000	-0,025
13	4	2,862	-1,325	0,000	0,000	0,000	-2,176
	5	2,940	-0,017	0,000	0,000	0,000	2,860
14	4	25,514	2,071	0,000	0,000	0,000	-1,185
	5	25,591	-0,632	0,000	0,000	0,000	0,560

**Barra : 5**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	5	-3,001	-0,211	0,000	0,000	0,000	0,076
	6	-2,919	0,106	0,000	0,000	0,000	-0,018
2	5	-21,475	-1,776	0,000	0,000	0,000	1,237
	6	-20,887	0,486	0,000	0,000	0,000	-0,279
3	5	-25,379	-1,886	0,000	0,000	0,000	1,362
	6	-24,700	0,727	0,000	0,000	0,000	-0,407
4	5	7,606	1,099	0,000	0,000	0,000	0,054
	6	7,689	0,124	0,000	0,000	0,000	-0,644
5	5	1,722	0,155	0,000	0,000	0,000	-2,862
	6	1,805	1,260	0,000	0,000	0,000	2,136
6	5	-18,811	-1,150	0,000	0,000	0,000	1,285
	6	-18,131	0,688	0,000	0,000	0,000	-0,884

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Invernadero**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

7	5	-22,314	-1,832	0,000	0,000	0,000	-0,920
	6	-21,634	1,254	0,000	0,000	0,000	1,512
8	5	-8,392	-0,988	0,000	0,000	0,000	0,611
	6	-7,713	0,020	0,000	0,000	0,000	-0,046
9	5	-3,328	0,188	0,000	0,000	0,000	0,569
	6	-2,948	0,361	0,000	0,000	0,000	-0,854
10	5	-9,188	-0,826	0,000	0,000	0,000	-2,643
	6	-8,807	1,428	0,000	0,000	0,000	2,365
11	5	13,637	0,615	0,000	0,000	0,000	-0,194
	6	14,017	-0,596	0,000	0,000	0,000	0,206
12	5	8,816	1,188	0,000	0,000	0,000	0,025
	6	8,865	0,085	0,000	0,000	0,000	-0,629
13	5	2,929	0,251	0,000	0,000	0,000	-2,860
	6	2,978	1,227	0,000	0,000	0,000	2,108
14	5	25,542	1,701	0,000	0,000	0,000	-0,560
	6	25,591	-0,787	0,000	0,000	0,000	0,271

**Barra : 6**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	6	-2,914	-0,202	0,000	0,000	0,000	0,018
	7	-2,869	0,093	0,000	0,000	0,000	0,041
2	6	-20,822	-1,716	0,000	0,000	0,000	0,279
	7	-20,480	0,569	0,000	0,000	0,000	0,576
3	6	-24,639	-1,878	0,000	0,000	0,000	0,407
	7	-24,243	0,764	0,000	0,000	0,000	0,513
4	6	7,633	0,933	0,000	0,000	0,000	0,644
	7	7,677	-0,792	0,000	0,000	0,000	-0,729
5	6	1,662	1,443	0,000	0,000	0,000	-2,136
	7	1,706	2,027	0,000	0,000	0,000	0,419
6	6	-18,103	-1,225	0,000	0,000	0,000	0,884
	7	-17,707	0,205	0,000	0,000	0,000	-0,104
7	6	-21,646	-1,030	0,000	0,000	0,000	-1,512
	7	-21,250	1,784	0,000	0,000	0,000	1,060
8	6	-7,672	-0,792	0,000	0,000	0,000	0,046
	7	-7,276	0,110	0,000	0,000	0,000	0,352
9	6	-2,969	0,049	0,000	0,000	0,000	0,854
	7	-2,749	-0,503	0,000	0,000	0,000	-0,602
10	6	-8,908	0,493	0,000	0,000	0,000	-2,365
	7	-8,688	2,249	0,000	0,000	0,000	0,811

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Invernadero**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

11	6	14,002	0,883	0,000	0,000	0,000	-0,206
	7	14,223	-0,546	0,000	0,000	0,000	0,065
12	6	8,807	1,017	0,000	0,000	0,000	0,629
	7	8,833	-0,828	0,000	0,000	0,000	-0,737
13	6	2,832	1,534	0,000	0,000	0,000	-2,108
	7	2,858	1,997	0,000	0,000	0,000	0,388
14	6	25,531	1,912	0,000	0,000	0,000	-0,271
	7	25,558	-0,812	0,000	0,000	0,000	-0,109

**Barra : 7**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	7	-2,864	-0,190	0,000	0,000	0,000	-0,041
	8	-2,849	0,126	0,000	0,000	0,000	0,075
2	7	-20,436	-1,457	0,000	0,000	0,000	-0,576
	8	-20,319	0,868	0,000	0,000	0,000	1,014
3	7	-24,200	-1,634	0,000	0,000	0,000	-0,513
	8	-24,066	1,052	0,000	0,000	0,000	1,014
4	7	7,718	-0,029	0,000	0,000	0,000	0,729
	8	7,733	-2,326	0,000	0,000	0,000	0,379
5	7	1,498	2,186	0,000	0,000	0,000	-0,419
	8	1,513	1,806	0,000	0,000	0,000	-1,536
6	7	-17,640	-1,545	0,000	0,000	0,000	0,104
	8	-17,506	-0,427	0,000	0,000	0,000	1,146
7	7	-21,322	-0,323	0,000	0,000	0,000	-1,060
	8	-21,188	1,946	0,000	0,000	0,000	-0,090
8	7	-7,251	-0,609	0,000	0,000	0,000	-0,352
	8	-7,117	0,260	0,000	0,000	0,000	0,551
9	7	-2,686	-0,772	0,000	0,000	0,000	0,602
	8	-2,611	-1,884	0,000	0,000	0,000	0,763
10	7	-8,868	1,380	0,000	0,000	0,000	-0,811
	8	-8,793	2,186	0,000	0,000	0,000	-1,235
11	7	14,207	0,861	0,000	0,000	0,000	-0,065
	8	14,282	-0,667	0,000	0,000	0,000	-0,006
12	7	8,871	0,049	0,000	0,000	0,000	0,737
	8	8,881	-2,377	0,000	0,000	0,000	0,350
13	7	2,647	2,270	0,000	0,000	0,000	-0,388
	8	2,656	1,762	0,000	0,000	0,000	-1,555
14	7	25,513	1,717	0,000	0,000	0,000	0,109
	8	25,522	-1,125	0,000	0,000	0,000	-0,298

**Proyecto : Planta de compostaje****Estructura : Invernadero****ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)****Barra : 8**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	8	-2,847	-0,159	0,000	0,000	0,000	-0,075
	9	-2,863	0,157	0,000	0,000	0,000	0,076
2	8	-20,305	-1,164	0,000	0,000	0,000	-1,014
	9	-20,421	1,161	0,000	0,000	0,000	1,016
3	8	-24,051	-1,354	0,000	0,000	0,000	-1,014
	9	-24,185	1,332	0,000	0,000	0,000	1,062
4	8	7,927	-1,543	0,000	0,000	0,000	-0,379
	9	7,911	-0,415	0,000	0,000	0,000	1,302
5	8	1,326	1,948	0,000	0,000	0,000	1,536
	9	1,310	-0,173	0,000	0,000	0,000	-2,399
6	8	-17,376	-2,171	0,000	0,000	0,000	-1,146
	9	-17,511	1,003	0,000	0,000	0,000	1,859
7	8	-21,276	-0,178	0,000	0,000	0,000	0,090
	9	-21,411	1,046	0,000	0,000	0,000	-0,880
8	8	-7,107	-0,451	0,000	0,000	0,000	-0,551
	9	-7,241	0,418	0,000	0,000	0,000	0,566
9	8	-2,410	-2,135	0,000	0,000	0,000	-0,763
	9	-2,485	0,179	0,000	0,000	0,000	1,764
10	8	-8,967	1,298	0,000	0,000	0,000	1,235
	9	-9,042	0,362	0,000	0,000	0,000	-2,273
11	8	14,277	0,761	0,000	0,000	0,000	0,006
	9	14,202	-0,766	0,000	0,000	0,000	0,011
12	8	9,074	-1,479	0,000	0,000	0,000	-0,350
	9	9,064	-0,480	0,000	0,000	0,000	1,265
13	8	2,467	2,018	0,000	0,000	0,000	1,555
	9	2,458	-0,232	0,000	0,000	0,000	-2,402
14	8	25,507	1,426	0,000	0,000	0,000	0,298
	9	25,498	-1,414	0,000	0,000	0,000	-0,276

**Barra : 9**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	9	-2,864	-0,126	0,000	0,000	0,000	-0,076
	10	-2,912	0,190	0,000	0,000	0,000	0,042
2	9	-20,436	-0,862	0,000	0,000	0,000	-1,016
	10	-20,781	1,444	0,000	0,000	0,000	0,578

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Invernadero**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

3	9	-24,198	-1,063	0,000	0,000	0,000	-1,062
	10	-24,598	1,599	0,000	0,000	0,000	0,647
4	9	7,913	0,369	0,000	0,000	0,000	-1,302
	10	7,866	0,636	0,000	0,000	0,000	0,790
5	9	1,321	-0,043	0,000	0,000	0,000	2,399
	10	1,273	-1,312	0,000	0,000	0,000	-1,708
6	9	-17,524	-0,732	0,000	0,000	0,000	-1,859
	10	-17,923	1,901	0,000	0,000	0,000	1,194
7	9	-21,409	-1,074	0,000	0,000	0,000	0,880
	10	-21,809	0,637	0,000	0,000	0,000	-0,938
8	9	-7,247	-0,299	0,000	0,000	0,000	-0,566
	10	-7,647	0,626	0,000	0,000	0,000	0,370
9	9	-2,491	-0,068	0,000	0,000	0,000	-1,764
	10	-2,714	1,373	0,000	0,000	0,000	1,100
10	9	-9,034	-0,533	0,000	0,000	0,000	2,273
	10	-9,257	-0,629	0,000	0,000	0,000	-1,778
11	9	14,208	0,641	0,000	0,000	0,000	-0,011
	10	13,985	-0,766	0,000	0,000	0,000	0,080
12	9	9,067	0,418	0,000	0,000	0,000	-1,265
	10	9,039	0,557	0,000	0,000	0,000	0,766
13	9	2,469	0,012	0,000	0,000	0,000	2,402
	10	2,441	-1,386	0,000	0,000	0,000	-1,695
14	9	25,513	1,111	0,000	0,000	0,000	0,276
	10	25,485	-1,597	0,000	0,000	0,000	-0,079

**Barra : 10**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	10	-2,916	-0,118	0,000	0,000	0,000	-0,042
	11	-2,998	0,198	0,000	0,000	0,000	-0,003
2	10	-20,818	-0,752	0,000	0,000	0,000	-0,578
	11	-21,406	1,509	0,000	0,000	0,000	-0,067
3	10	-24,629	-0,999	0,000	0,000	0,000	-0,647
	11	-25,309	1,613	0,000	0,000	0,000	0,041
4	10	7,755	1,461	0,000	0,000	0,000	-0,790
	11	7,673	0,233	0,000	0,000	0,000	-0,054
5	10	1,404	-1,170	0,000	0,000	0,000	1,708
	11	1,322	-0,960	0,000	0,000	0,000	-0,615
6	10	-18,024	0,004	0,000	0,000	0,000	-1,194
	11	-18,703	1,690	0,000	0,000	0,000	0,083

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Invernadero**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

7	10	-21,755	-1,662	0,000	0,000	0,000	0,938
	11	-22,434	0,887	0,000	0,000	0,000	-0,727
8	10	-7,670	-0,183	0,000	0,000	0,000	-0,370
	11	-8,349	0,826	0,000	0,000	0,000	-0,018
9	10	-2,843	1,080	0,000	0,000	0,000	-1,100
	11	-3,224	1,001	0,000	0,000	0,000	-0,002
10	10	-9,139	-1,600	0,000	0,000	0,000	1,778
	11	-9,520	-0,241	0,000	0,000	0,000	-0,823
11	10	13,988	0,711	0,000	0,000	0,000	-0,080
	11	13,607	-0,498	0,000	0,000	0,000	-0,030
12	10	8,930	1,505	0,000	0,000	0,000	-0,766
	11	8,882	0,149	0,000	0,000	0,000	-0,056
13	10	2,573	-1,121	0,000	0,000	0,000	1,695
	11	2,525	-1,039	0,000	0,000	0,000	-0,594
14	10	25,511	1,095	0,000	0,000	0,000	0,079
	11	25,463	-1,391	0,000	0,000	0,000	-0,028

**Barra : 11**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	11	-3,003	-0,075	0,000	0,000	0,000	0,003
	12	-3,110	0,220	0,000	0,000	0,000	-0,084
2	11	-21,454	-0,446	0,000	0,000	0,000	0,067
	12	-22,242	1,741	0,000	0,000	0,000	-1,019
3	11	-25,350	-0,698	0,000	0,000	0,000	-0,041
	12	-26,260	1,830	0,000	0,000	0,000	-0,900
4	11	7,620	0,931	0,000	0,000	0,000	0,054
	12	7,514	-0,431	0,000	0,000	0,000	-0,300
5	11	1,404	-0,835	0,000	0,000	0,000	0,615
	12	1,298	-0,539	0,000	0,000	0,000	0,100
6	11	-18,779	-0,020	0,000	0,000	0,000	-0,083
	12	-19,689	1,513	0,000	0,000	0,000	-0,984
7	11	-22,421	-1,159	0,000	0,000	0,000	0,727
	12	-23,331	1,368	0,000	0,000	0,000	-0,895
8	11	-8,390	0,062	0,000	0,000	0,000	0,018
	12	-9,300	0,841	0,000	0,000	0,000	-0,560
9	11	-3,302	0,703	0,000	0,000	0,000	0,002
	12	-3,810	0,456	0,000	0,000	0,000	-0,649
10	11	-9,458	-1,107	0,000	0,000	0,000	0,823
	12	-9,967	0,305	0,000	0,000	0,000	-0,317

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Invernadero**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

11	11	13,596	0,743	0,000	0,000	0,000	0,030
	12	13,088	-0,759	0,000	0,000	0,000	-0,041
12	11	8,831	0,957	0,000	0,000	0,000	0,056
	12	8,768	-0,525	0,000	0,000	0,000	-0,267
13	11	2,609	-0,805	0,000	0,000	0,000	0,594
	12	2,546	-0,630	0,000	0,000	0,000	0,138
14	11	25,484	0,933	0,000	0,000	0,000	0,028
	12	25,420	-1,806	0,000	0,000	0,000	0,276

**Barra : 12**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	12	-3,114	-0,148	0,000	0,000	0,000	0,084
	13	-3,272	0,169	0,000	0,000	0,000	-0,098
2	12	-22,292	-0,892	0,000	0,000	0,000	1,019
	13	-23,054	0,632	0,000	0,000	0,000	-0,991
3	12	-26,293	-1,277	0,000	0,000	0,000	0,900
	13	-27,512	1,162	0,000	0,000	0,000	-1,053
4	12	7,512	0,457	0,000	0,000	0,000	0,300
	13	7,354	-0,909	0,000	0,000	0,000	-0,057
5	12	1,352	-0,383	0,000	0,000	0,000	-0,100
	13	1,194	-0,067	0,000	0,000	0,000	0,337
6	12	-19,730	-0,817	0,000	0,000	0,000	0,984
	13	-20,950	0,612	0,000	0,000	0,000	-1,024
7	12	-23,330	-1,390	0,000	0,000	0,000	0,895
	13	-24,549	1,049	0,000	0,000	0,000	-0,591
8	12	-9,334	-0,260	0,000	0,000	0,000	0,560
	13	-10,554	0,191	0,000	0,000	0,000	-0,549
9	12	-3,837	0,004	0,000	0,000	0,000	0,649
	13	-4,526	-0,300	0,000	0,000	0,000	-0,495
10	12	-9,933	-0,872	0,000	0,000	0,000	0,317
	13	-10,622	0,506	0,000	0,000	0,000	0,012
11	12	13,086	0,788	0,000	0,000	0,000	0,041
	13	12,397	-1,147	0,000	0,000	0,000	0,115
12	12	8,769	0,511	0,000	0,000	0,000	0,267
	13	8,675	-0,983	0,000	0,000	0,000	-0,017
13	12	2,602	-0,326	0,000	0,000	0,000	-0,138
	13	2,509	-0,138	0,000	0,000	0,000	0,366
14	12	25,456	1,202	0,000	0,000	0,000	-0,276
	13	25,362	-1,923	0,000	0,000	0,000	0,505

**Proyecto : Planta de compostaje****Estructura : Invernadero****ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)****Barra : 13**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	13	-3,272	-0,178	0,000	0,000	0,000	0,098
	14	-3,474	0,139	0,000	0,000	0,000	-0,076
2	13	-22,992	-1,803	0,000	0,000	0,000	0,991
	14	-23,595	-0,861	0,000	0,000	0,000	0,582
3	13	-27,481	-1,746	0,000	0,000	0,000	1,053
	14	-28,851	0,394	0,000	0,000	0,000	-0,328
4	13	7,409	-0,128	0,000	0,000	0,000	0,057
	14	7,206	-1,351	0,000	0,000	0,000	0,807
5	13	1,194	0,060	0,000	0,000	0,000	-0,337
	14	0,992	0,376	0,000	0,000	0,000	0,068
6	13	-20,898	-1,601	0,000	0,000	0,000	1,024
	14	-22,267	-0,384	0,000	0,000	0,000	0,109
7	13	-24,523	-1,546	0,000	0,000	0,000	0,591
	14	-25,893	0,594	0,000	0,000	0,000	0,165
8	13	-10,515	-0,923	0,000	0,000	0,000	0,549
	14	-11,885	-0,923	0,000	0,000	0,000	0,549
9	13	-4,469	-0,776	0,000	0,000	0,000	0,495
	14	-5,255	-1,086	0,000	0,000	0,000	0,613
10	13	-10,616	-0,617	0,000	0,000	0,000	-0,012
	14	-11,402	0,611	0,000	0,000	0,000	0,146
11	13	12,449	0,167	0,000	0,000	0,000	-0,115
	14	11,663	-2,172	0,000	0,000	0,000	1,268
12	13	8,730	-0,063	0,000	0,000	0,000	0,017
	14	8,610	-1,414	0,000	0,000	0,000	0,842
13	13	2,509	0,127	0,000	0,000	0,000	-0,366
	14	2,389	0,314	0,000	0,000	0,000	0,079
14	13	25,424	0,763	0,000	0,000	0,000	-0,505
	14	25,304	-2,617	0,000	0,000	0,000	1,489

**Barra : 14**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	14	-4,129	0,110	0,000	0,000	0,000	0,024
	15	-4,928	0,110	0,000	0,000	0,000	-0,244
2	14	-24,256	0,807	0,000	0,000	0,000	0,672
	15	-25,055	0,807	0,000	0,000	0,000	-2,310

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Invernadero**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

3	14	-32,045	0,864	0,000	0,000	0,000	0,834
	15	-32,844	0,864	0,000	0,000	0,000	-2,599
4	14	9,815	-0,502	0,000	0,000	0,000	0,187
	15	9,016	-0,502	0,000	0,000	0,000	0,814
5	14	-4,907	-5,337	0,000	0,000	0,000	-9,565
	15	-5,706	-5,337	0,000	0,000	0,000	20,292
6	14	-23,660	0,780	0,000	0,000	0,000	1,304
	15	-24,459	0,780	0,000	0,000	0,000	-2,896
7	14	-32,511	-2,782	0,000	0,000	0,000	-7,556
	15	-33,310	-2,782	0,000	0,000	0,000	13,331
8	14	-11,470	0,565	0,000	0,000	0,000	0,410
	15	-12,269	0,565	0,000	0,000	0,000	-1,548
9	14	-4,127	0,115	0,000	0,000	0,000	0,750
	15	-4,926	0,115	0,000	0,000	0,000	-0,983
10	14	-18,851	-5,111	0,000	0,000	0,000	-10,684
	15	-19,650	-5,111	0,000	0,000	0,000	21,098
11	14	16,171	-0,345	0,000	0,000	0,000	-0,184
	15	15,372	-0,345	0,000	0,000	0,000	0,869
12	14	11,496	-0,563	0,000	0,000	0,000	0,162
	15	11,023	-0,563	0,000	0,000	0,000	0,960
13	14	-3,226	-5,360	0,000	0,000	0,000	-9,436
	15	-3,700	-5,360	0,000	0,000	0,000	20,191
14	14	31,787	-1,092	0,000	0,000	0,000	-0,503
	15	31,314	-1,092	0,000	0,000	0,000	2,655

**Barra : 15**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	14	-3,647	-0,206	0,000	0,000	0,000	0,052
	16	-3,379	0,214	0,000	0,000	0,000	-0,058
2	14	-24,419	1,070	0,000	0,000	0,000	-1,254
	16	-23,750	2,115	0,000	0,000	0,000	-0,690
3	14	-29,728	-0,161	0,000	0,000	0,000	-0,507
	16	-28,292	2,083	0,000	0,000	0,000	-0,684
4	14	7,505	0,887	0,000	0,000	0,000	-0,994
	16	7,774	-0,085	0,000	0,000	0,000	0,664
5	14	2,606	-7,753	0,000	0,000	0,000	9,498
	16	2,875	-4,756	0,000	0,000	0,000	-2,274
6	14	-23,086	0,552	0,000	0,000	0,000	-1,413
	16	-21,650	1,961	0,000	0,000	0,000	-0,069

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Invernadero**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

7	14	-25,488	-5,121	0,000	0,000	0,000	7,391
	16	-24,051	-1,331	0,000	0,000	0,000	-3,221
8	14	-12,475	1,049	0,000	0,000	0,000	-0,960
	16	-11,039	1,150	0,000	0,000	0,000	-0,365
9	14	-5,509	0,903	0,000	0,000	0,000	-1,363
	16	-4,657	0,842	0,000	0,000	0,000	0,452
10	14	-10,078	-8,023	0,000	0,000	0,000	10,537
	16	-9,226	-4,114	0,000	0,000	0,000	-3,233
11	14	11,921	1,934	0,000	0,000	0,000	-1,084
	16	12,773	-0,305	0,000	0,000	0,000	0,124
12	14	8,994	0,968	0,000	0,000	0,000	-1,004
	16	9,153	-0,175	0,000	0,000	0,000	0,681
13	14	4,062	-7,645	0,000	0,000	0,000	9,358
	16	4,221	-4,819	0,000	0,000	0,000	-2,192
14	14	26,277	2,111	0,000	0,000	0,000	-0,986
	16	26,436	-1,211	0,000	0,000	0,000	0,445

**Barra : 16**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	16	-3,382	-0,143	0,000	0,000	0,000	0,058
	17	-3,224	0,173	0,000	0,000	0,000	-0,074
2	16	-23,840	-0,402	0,000	0,000	0,000	0,690
	17	-23,079	1,122	0,000	0,000	0,000	-1,081
3	16	-28,354	-0,913	0,000	0,000	0,000	0,684
	17	-27,135	1,526	0,000	0,000	0,000	-1,007
4	16	7,740	0,735	0,000	0,000	0,000	-0,664
	17	7,898	0,112	0,000	0,000	0,000	0,221
5	16	3,361	-4,426	0,000	0,000	0,000	2,274
	17	3,519	-2,619	0,000	0,000	0,000	1,563
6	16	-21,736	-0,334	0,000	0,000	0,000	0,069
	17	-20,516	1,541	0,000	0,000	0,000	-0,816
7	16	-23,777	-3,860	0,000	0,000	0,000	3,221
	17	-22,558	-0,527	0,000	0,000	0,000	-0,052
8	16	-11,098	-0,020	0,000	0,000	0,000	0,365
	17	-9,879	0,430	0,000	0,000	0,000	-0,595
9	16	-4,719	0,347	0,000	0,000	0,000	-0,452
	17	-4,031	0,785	0,000	0,000	0,000	-0,202
10	16	-8,740	-5,064	0,000	0,000	0,000	3,233
	17	-8,052	-2,196	0,000	0,000	0,000	1,157

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Invernadero**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

11	16	12,734	1,044	0,000	0,000	0,000	-0,124
	17	13,423	-0,893	0,000	0,000	0,000	0,047
12	16	9,120	0,791	0,000	0,000	0,000	-0,681
	17	9,214	0,039	0,000	0,000	0,000	0,252
13	16	4,706	-4,347	0,000	0,000	0,000	2,192
	17	4,799	-2,668	0,000	0,000	0,000	1,589
14	16	26,416	1,584	0,000	0,000	0,000	-0,445
	17	26,510	-1,542	0,000	0,000	0,000	0,444

**Barra : 17**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	17	-3,222	-0,208	0,000	0,000	0,000	0,074
	18	-3,108	0,108	0,000	0,000	0,000	-0,020
2	17	-23,050	-1,605	0,000	0,000	0,000	1,081
	18	-22,255	0,603	0,000	0,000	0,000	-0,417
3	17	-27,125	-1,682	0,000	0,000	0,000	1,007
	18	-26,208	0,866	0,000	0,000	0,000	-0,432
4	17	7,830	1,042	0,000	0,000	0,000	-0,221
	18	7,944	0,247	0,000	0,000	0,000	-0,428
5	17	3,803	-2,186	0,000	0,000	0,000	-1,563
	18	3,916	-0,777	0,000	0,000	0,000	3,063
6	17	-20,555	-0,886	0,000	0,000	0,000	0,816
	18	-19,637	0,995	0,000	0,000	0,000	-0,862
7	17	-22,338	-3,181	0,000	0,000	0,000	0,052
	18	-21,421	0,023	0,000	0,000	0,000	2,255
8	17	-9,861	-0,737	0,000	0,000	0,000	0,595
	18	-8,943	0,061	0,000	0,000	0,000	-0,205
9	17	-4,095	0,305	0,000	0,000	0,000	0,202
	18	-3,579	0,626	0,000	0,000	0,000	-0,710
10	17	-7,737	-3,129	0,000	0,000	0,000	-1,157
	18	-7,221	-0,603	0,000	0,000	0,000	3,363
11	17	13,435	0,695	0,000	0,000	0,000	-0,047
	18	13,950	-0,790	0,000	0,000	0,000	0,097
12	17	9,145	1,125	0,000	0,000	0,000	-0,252
	18	9,213	0,201	0,000	0,000	0,000	-0,410
13	17	5,080	-2,084	0,000	0,000	0,000	-1,589
	18	5,148	-0,803	0,000	0,000	0,000	3,026
14	17	26,507	1,592	0,000	0,000	0,000	-0,444
	18	26,575	-1,138	0,000	0,000	0,000	0,251

**Proyecto : Planta de compostaje****Estructura : Invernadero****ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)****Barra : 18**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	18	-3,105	-0,175	0,000	0,000	0,000	0,020
	19	-3,023	0,141	0,000	0,000	0,000	-0,001
2	18	-22,218	-1,426	0,000	0,000	0,000	0,417
	19	-21,630	0,835	0,000	0,000	0,000	0,050
3	18	-26,178	-1,524	0,000	0,000	0,000	0,432
	19	-25,499	1,089	0,000	0,000	0,000	-0,033
4	18	7,888	0,969	0,000	0,000	0,000	0,428
	19	7,970	-0,006	0,000	0,000	0,000	-0,916
5	18	3,971	-0,417	0,000	0,000	0,000	-3,063
	19	4,053	0,688	0,000	0,000	0,000	2,923
6	18	-19,646	-0,797	0,000	0,000	0,000	0,862
	19	-18,967	1,041	0,000	0,000	0,000	-0,886
7	18	-21,334	-1,927	0,000	0,000	0,000	-2,255
	19	-20,655	1,159	0,000	0,000	0,000	2,909
8	18	-8,912	-0,754	0,000	0,000	0,000	0,205
	19	-8,233	0,254	0,000	0,000	0,000	0,088
9	18	-3,622	0,297	0,000	0,000	0,000	0,710
	19	-3,241	0,470	0,000	0,000	0,000	-1,102
10	18	-7,136	-1,258	0,000	0,000	0,000	-3,363
	19	-6,756	0,995	0,000	0,000	0,000	3,539
11	18	13,964	0,483	0,000	0,000	0,000	-0,097
	19	14,345	-0,727	0,000	0,000	0,000	0,221
12	18	9,156	1,039	0,000	0,000	0,000	0,410
	19	9,205	-0,065	0,000	0,000	0,000	-0,900
13	18	5,200	-0,331	0,000	0,000	0,000	-3,026
	19	5,248	0,645	0,000	0,000	0,000	2,866
14	18	26,568	1,287	0,000	0,000	0,000	-0,251
	19	26,617	-1,201	0,000	0,000	0,000	0,264

**Barra : 19**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	19	-3,021	-0,178	0,000	0,000	0,000	0,001
	20	-2,974	0,138	0,000	0,000	0,000	0,019
2	19	-21,597	-1,446	0,000	0,000	0,000	-0,050
	20	-21,252	0,859	0,000	0,000	0,000	0,468

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Invernadero**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

3	19	-25,472	-1,602	0,000	0,000	0,000	0,033
	20	-25,072	1,060	0,000	0,000	0,000	0,375
4	19	7,927	0,834	0,000	0,000	0,000	0,916
	20	7,974	-0,871	0,000	0,000	0,000	-0,934
5	19	3,958	1,111	0,000	0,000	0,000	-2,923
	20	4,006	1,716	0,000	0,000	0,000	1,563
6	19	-18,971	-0,962	0,000	0,000	0,000	0,886
	20	-18,572	0,488	0,000	0,000	0,000	-0,470
7	19	-20,662	-1,022	0,000	0,000	0,000	-2,909
	20	-20,263	1,813	0,000	0,000	0,000	2,352
8	19	-8,214	-0,614	0,000	0,000	0,000	-0,088
	20	-7,814	0,309	0,000	0,000	0,000	0,266
9	19	-3,272	0,127	0,000	0,000	0,000	1,102
	20	-3,049	-0,404	0,000	0,000	0,000	-0,936
10	19	-6,823	0,278	0,000	0,000	0,000	-3,539
	20	-6,599	2,056	0,000	0,000	0,000	2,237
11	19	14,342	0,787	0,000	0,000	0,000	-0,221
	20	14,565	-0,622	0,000	0,000	0,000	0,143
12	19	9,161	0,905	0,000	0,000	0,000	0,900
	20	9,189	-0,928	0,000	0,000	0,000	-0,930
13	19	5,151	1,194	0,000	0,000	0,000	-2,866
	20	5,179	1,670	0,000	0,000	0,000	1,509
14	19	26,595	1,608	0,000	0,000	0,000	-0,264
	20	26,623	-1,103	0,000	0,000	0,000	0,067

**Barra : 20**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	20	-2,973	-0,156	0,000	0,000	0,000	-0,019
	21	-2,957	0,160	0,000	0,000	0,000	0,017
2	20	-21,233	-1,244	0,000	0,000	0,000	-0,468
	21	-21,116	1,080	0,000	0,000	0,000	0,588
3	20	-25,054	-1,421	0,000	0,000	0,000	-0,375
	21	-24,920	1,265	0,000	0,000	0,000	0,498
4	20	8,021	-0,079	0,000	0,000	0,000	0,934
	21	8,037	-2,376	0,000	0,000	0,000	0,213
5	20	3,817	2,103	0,000	0,000	0,000	-1,563
	21	3,832	1,724	0,000	0,000	0,000	-0,250
6	20	-18,529	-1,349	0,000	0,000	0,000	0,470
	21	-18,395	-0,231	0,000	0,000	0,000	0,522

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Invernadero**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

7	20	-20,343	-0,197	0,000	0,000	0,000	-2,352
	21	-20,208	2,072	0,000	0,000	0,000	0,945
8	20	-7,807	-0,465	0,000	0,000	0,000	-0,266
	21	-7,672	0,404	0,000	0,000	0,000	0,304
9	20	-2,994	-0,704	0,000	0,000	0,000	0,936
	21	-2,919	-1,816	0,000	0,000	0,000	0,363
10	20	-6,770	1,394	0,000	0,000	0,000	-2,237
	21	-6,695	2,200	0,000	0,000	0,000	0,220
11	20	14,555	0,819	0,000	0,000	0,000	-0,143
	21	14,630	-0,709	0,000	0,000	0,000	0,096
12	20	9,235	-0,016	0,000	0,000	0,000	0,930
	21	9,245	-2,442	0,000	0,000	0,000	0,208
13	20	4,989	2,173	0,000	0,000	0,000	-1,509
	21	4,998	1,665	0,000	0,000	0,000	-0,280
14	20	26,602	1,532	0,000	0,000	0,000	-0,067
	21	26,611	-1,310	0,000	0,000	0,000	-0,011

**Barra : 21**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	21	-2,958	-0,136	0,000	0,000	0,000	-0,017
	22	-2,974	0,180	0,000	0,000	0,000	-0,006
2	21	-21,119	-1,031	0,000	0,000	0,000	-0,588
	22	-21,235	1,293	0,000	0,000	0,000	0,400
3	21	-24,922	-1,227	0,000	0,000	0,000	-0,498
	22	-25,056	1,459	0,000	0,000	0,000	0,323
4	21	8,234	-1,562	0,000	0,000	0,000	-0,213
	22	8,218	-0,434	0,000	0,000	0,000	1,135
5	21	3,641	2,097	0,000	0,000	0,000	0,250
	22	3,626	-0,024	0,000	0,000	0,000	-1,196
6	21	-18,281	-2,064	0,000	0,000	0,000	-0,522
	22	-18,415	1,109	0,000	0,000	0,000	1,129
7	21	-20,314	0,045	0,000	0,000	0,000	-0,945
	22	-20,449	1,269	0,000	0,000	0,000	-0,329
8	21	-7,674	-0,363	0,000	0,000	0,000	-0,304
	22	-7,809	0,506	0,000	0,000	0,000	0,222
9	21	-2,724	-2,098	0,000	0,000	0,000	-0,363
	22	-2,799	0,216	0,000	0,000	0,000	1,334
10	21	-6,881	1,521	0,000	0,000	0,000	-0,220
	22	-6,956	0,585	0,000	0,000	0,000	-1,073

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Invernadero**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

11	21	14,628	0,754	0,000	0,000	0,000	-0,096
	22	14,553	-0,772	0,000	0,000	0,000	0,110
12	21	9,442	-1,508	0,000	0,000	0,000	-0,208
	22	9,433	-0,508	0,000	0,000	0,000	1,128
13	21	4,807	2,155	0,000	0,000	0,000	0,280
	22	4,798	-0,095	0,000	0,000	0,000	-1,192
14	21	26,609	1,351	0,000	0,000	0,000	0,011
	22	26,600	-1,490	0,000	0,000	0,000	0,055

**Barra : 22**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	22	-2,977	-0,114	0,000	0,000	0,000	0,006
	23	-3,022	0,181	0,000	0,000	0,000	-0,042
2	22	-21,259	-0,810	0,000	0,000	0,000	-0,400
	23	-21,602	1,474	0,000	0,000	0,000	-0,103
3	22	-25,078	-1,023	0,000	0,000	0,000	-0,323
	23	-25,474	1,619	0,000	0,000	0,000	-0,155
4	22	8,221	0,380	0,000	0,000	0,000	-1,135
	23	8,176	0,627	0,000	0,000	0,000	0,625
5	22	3,610	0,334	0,000	0,000	0,000	1,196
	23	3,566	-0,955	0,000	0,000	0,000	-0,831
6	22	-18,434	-0,715	0,000	0,000	0,000	-1,129
	23	-18,831	1,898	0,000	0,000	0,000	0,448
7	22	-20,474	-0,757	0,000	0,000	0,000	0,329
	23	-20,870	0,934	0,000	0,000	0,000	-1,004
8	22	-7,820	-0,268	0,000	0,000	0,000	-0,222
	23	-8,217	0,637	0,000	0,000	0,000	0,004
9	22	-2,806	-0,062	0,000	0,000	0,000	-1,334
	23	-3,027	1,359	0,000	0,000	0,000	0,673
10	22	-6,980	-0,105	0,000	0,000	0,000	1,073
	23	-7,200	-0,222	0,000	0,000	0,000	-1,083
11	22	14,558	0,669	0,000	0,000	0,000	-0,110
	23	14,338	-0,758	0,000	0,000	0,000	0,161
12	22	9,437	0,426	0,000	0,000	0,000	-1,128
	23	9,410	0,553	0,000	0,000	0,000	0,631
13	22	4,784	0,380	0,000	0,000	0,000	1,192
	23	4,758	-1,030	0,000	0,000	0,000	-0,797
14	22	26,617	1,145	0,000	0,000	0,000	-0,055
	23	26,591	-1,575	0,000	0,000	0,000	0,233

**Proyecto : Planta de compostaje****Estructura : Invernadero****ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)****Barra : 23**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	23	-3,024	-0,138	0,000	0,000	0,000	0,042
	24	-3,101	0,158	0,000	0,000	0,000	-0,053
2	23	-21,637	-0,808	0,000	0,000	0,000	0,103
	24	-22,219	1,433	0,000	0,000	0,000	-0,629
3	23	-25,503	-1,072	0,000	0,000	0,000	0,155
	24	-26,177	1,520	0,000	0,000	0,000	-0,600
4	23	8,065	1,485	0,000	0,000	0,000	-0,625
	24	7,988	0,237	0,000	0,000	0,000	-0,205
5	23	3,647	-0,574	0,000	0,000	0,000	0,831
	24	3,570	-0,384	0,000	0,000	0,000	-0,326
6	23	-18,926	-0,095	0,000	0,000	0,000	-0,448
	24	-19,600	1,571	0,000	0,000	0,000	-0,562
7	23	-20,852	-1,269	0,000	0,000	0,000	1,004
	24	-21,526	1,260	0,000	0,000	0,000	-1,370
8	23	-8,238	-0,232	0,000	0,000	0,000	-0,004
	24	-8,912	0,756	0,000	0,000	0,000	-0,311
9	23	-3,153	1,032	0,000	0,000	0,000	-0,673
	24	-3,528	0,933	0,000	0,000	0,000	-0,380
10	23	-7,137	-0,979	0,000	0,000	0,000	1,083
	24	-7,512	0,360	0,000	0,000	0,000	-0,839
11	23	14,338	0,756	0,000	0,000	0,000	-0,161
	24	13,963	-0,474	0,000	0,000	0,000	0,024
12	23	9,300	1,541	0,000	0,000	0,000	-0,631
	24	9,255	0,172	0,000	0,000	0,000	-0,188
13	23	4,840	-0,524	0,000	0,000	0,000	0,797
	24	4,794	-0,454	0,000	0,000	0,000	-0,281
14	23	26,609	1,233	0,000	0,000	0,000	-0,233
	24	26,564	-1,265	0,000	0,000	0,000	0,199

**Barra : 24**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	24	-3,102	-0,125	0,000	0,000	0,000	0,053
	25	-3,216	0,191	0,000	0,000	0,000	-0,088
2	24	-22,258	-0,596	0,000	0,000	0,000	0,629
	25	-23,052	1,611	0,000	0,000	0,000	-1,287

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Invernadero**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

3	24	-26,207	-0,870	0,000	0,000	0,000	0,600
	25	-27,124	1,678	0,000	0,000	0,000	-1,157
4	24	7,933	0,963	0,000	0,000	0,000	0,205
	25	7,819	-0,379	0,000	0,000	0,000	-0,470
5	24	3,590	-0,057	0,000	0,000	0,000	0,326
	25	3,476	0,259	0,000	0,000	0,000	-0,439
6	24	-19,661	-0,221	0,000	0,000	0,000	0,562
	25	-20,579	1,333	0,000	0,000	0,000	-1,360
7	24	-21,552	-0,705	0,000	0,000	0,000	1,370
	25	-22,469	1,843	0,000	0,000	0,000	-2,081
8	24	-8,944	-0,058	0,000	0,000	0,000	0,311
	25	-9,861	0,741	0,000	0,000	0,000	-0,702
9	24	-3,598	0,607	0,000	0,000	0,000	0,380
	25	-4,114	0,382	0,000	0,000	0,000	-0,943
10	24	-7,514	-0,326	0,000	0,000	0,000	0,839
	25	-8,029	1,107	0,000	0,000	0,000	-1,262
11	24	13,948	0,800	0,000	0,000	0,000	-0,024
	25	13,432	-0,683	0,000	0,000	0,000	-0,040
12	24	9,200	1,014	0,000	0,000	0,000	0,188
	25	9,133	-0,456	0,000	0,000	0,000	-0,432
13	24	4,816	-0,015	0,000	0,000	0,000	0,281
	25	4,748	0,172	0,000	0,000	0,000	-0,374
14	24	26,568	1,159	0,000	0,000	0,000	-0,199
	25	26,501	-1,568	0,000	0,000	0,000	0,366

**Barra : 25**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	25	-3,216	-0,189	0,000	0,000	0,000	0,088
	26	-3,374	0,127	0,000	0,000	0,000	-0,053
2	25	-23,082	-1,116	0,000	0,000	0,000	1,287
	26	-23,844	0,408	0,000	0,000	0,000	-0,853
3	25	-27,133	-1,529	0,000	0,000	0,000	1,157
	26	-28,352	0,910	0,000	0,000	0,000	-0,785
4	25	7,809	0,545	0,000	0,000	0,000	0,470
	26	7,651	-0,821	0,000	0,000	0,000	-0,299
5	25	3,421	0,667	0,000	0,000	0,000	0,439
	26	3,263	0,983	0,000	0,000	0,000	-1,381
6	25	-20,592	-1,101	0,000	0,000	0,000	1,360
	26	-21,812	0,328	0,000	0,000	0,000	-0,990

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Invernadero**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

7	25	-22,530	-0,817	0,000	0,000	0,000	2,081
	26	-23,749	1,622	0,000	0,000	0,000	-2,323
8	25	-9,880	-0,426	0,000	0,000	0,000	0,702
	26	-11,099	0,026	0,000	0,000	0,000	-0,467
9	25	-4,130	-0,106	0,000	0,000	0,000	0,943
	26	-4,819	-0,410	0,000	0,000	0,000	-0,670
10	25	-8,104	0,153	0,000	0,000	0,000	1,262
	26	-8,792	1,530	0,000	0,000	0,000	-2,128
11	25	13,419	0,905	0,000	0,000	0,000	0,040
	26	12,730	-1,030	0,000	0,000	0,000	0,012
12	25	9,123	0,623	0,000	0,000	0,000	0,432
	26	9,029	-0,872	0,000	0,000	0,000	-0,272
13	25	4,695	0,730	0,000	0,000	0,000	0,374
	26	4,601	0,918	0,000	0,000	0,000	-1,322
14	25	26,501	1,565	0,000	0,000	0,000	-0,366
	26	26,407	-1,560	0,000	0,000	0,000	0,322

**Barra : 26**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	26	-3,369	-0,230	0,000	0,000	0,000	0,053
	27	-3,571	0,087	0,000	0,000	0,000	0,034
2	26	-23,754	-2,109	0,000	0,000	0,000	0,853
	27	-24,356	-1,168	0,000	0,000	0,000	1,227
3	26	-28,290	-2,086	0,000	0,000	0,000	0,785
	27	-29,660	0,054	0,000	0,000	0,000	0,549
4	26	7,695	-0,009	0,000	0,000	0,000	0,299
	27	7,493	-1,232	0,000	0,000	0,000	0,436
5	26	3,141	1,321	0,000	0,000	0,000	1,381
	27	2,939	1,638	0,000	0,000	0,000	-3,194
6	26	-21,725	-1,974	0,000	0,000	0,000	0,990
	27	-23,094	-0,757	0,000	0,000	0,000	0,685
7	26	-23,788	-0,892	0,000	0,000	0,000	2,323
	27	-25,157	1,248	0,000	0,000	0,000	-1,867
8	26	-11,040	-1,145	0,000	0,000	0,000	0,467
	27	-12,410	-1,145	0,000	0,000	0,000	0,932
9	26	-4,749	-0,916	0,000	0,000	0,000	0,670
	27	-5,535	-1,227	0,000	0,000	0,000	0,608
10	26	-8,905	0,594	0,000	0,000	0,000	2,128
	27	-9,691	1,823	0,000	0,000	0,000	-3,301

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Invernadero**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

11	26	12,768	0,318	0,000	0,000	0,000	-0,012
	27	11,982	-2,020	0,000	0,000	0,000	1,001
12	26	9,071	0,085	0,000	0,000	0,000	0,272
	27	8,951	-1,266	0,000	0,000	0,000	0,428
13	26	4,479	1,398	0,000	0,000	0,000	1,322
	27	4,359	1,585	0,000	0,000	0,000	-3,174
14	26	26,424	1,234	0,000	0,000	0,000	-0,322
	27	26,304	-2,146	0,000	0,000	0,000	0,842

**Barra : 27**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	27	-4,072	0,058	0,000	0,000	0,000	-0,067
	28	-4,210	0,058	0,000	0,000	0,000	-0,050
2	27	-24,334	-0,020	0,000	0,000	0,000	-0,024
	28	-24,471	-0,020	0,000	0,000	0,000	0,133
3	27	-32,115	0,009	0,000	0,000	0,000	-0,043
	28	-32,253	0,009	0,000	0,000	0,000	0,117
4	27	9,898	-0,245	0,000	0,000	0,000	0,236
	28	9,761	-0,245	0,000	0,000	0,000	0,234
5	27	-4,583	-0,209	0,000	0,000	0,000	-0,651
	28	-4,721	-0,209	0,000	0,000	0,000	1,200
6	27	-23,745	-0,324	0,000	0,000	0,000	0,342
	28	-23,882	-0,324	0,000	0,000	0,000	0,414
7	27	-32,357	0,292	0,000	0,000	0,000	-0,708
	28	-32,494	0,292	0,000	0,000	0,000	1,119
8	27	-11,499	0,003	0,000	0,000	0,000	-0,031
	28	-11,637	0,003	0,000	0,000	0,000	0,038
9	27	-4,125	-0,353	0,000	0,000	0,000	0,352
	28	-4,263	-0,353	0,000	0,000	0,000	0,369
10	27	-18,567	0,015	0,000	0,000	0,000	-0,788
	28	-18,705	0,015	0,000	0,000	0,000	1,415
11	27	16,254	0,071	0,000	0,000	0,000	-0,061
	28	16,116	0,071	0,000	0,000	0,000	-0,069
12	27	11,558	-0,261	0,000	0,000	0,000	0,252
	28	11,476	-0,261	0,000	0,000	0,000	0,245
13	27	-2,927	-0,256	0,000	0,000	0,000	-0,612
	28	-3,009	-0,256	0,000	0,000	0,000	1,207
14	27	31,923	0,110	0,000	0,000	0,000	-0,066
	28	31,841	0,110	0,000	0,000	0,000	-0,113

**Proyecto : Planta de compostaje****Estructura : Invernadero****ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)****Barra : 28**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	27	-3,661	-0,119	0,000	0,000	0,000	0,034
	29	-3,459	0,197	0,000	0,000	0,000	-0,078
2	27	-24,362	1,122	0,000	0,000	0,000	-1,203
	29	-23,759	2,063	0,000	0,000	0,000	-0,690
3	27	-29,693	-0,089	0,000	0,000	0,000	-0,506
	29	-28,323	2,051	0,000	0,000	0,000	-0,615
4	27	7,562	0,885	0,000	0,000	0,000	-0,672
	29	7,765	-0,191	0,000	0,000	0,000	0,413
5	27	0,424	-5,956	0,000	0,000	0,000	3,845
	29	0,626	-3,062	0,000	0,000	0,000	1,346
6	27	-22,887	0,480	0,000	0,000	0,000	-1,027
	29	-21,517	1,785	0,000	0,000	0,000	-0,276
7	27	-27,092	-3,729	0,000	0,000	0,000	2,575
	29	-25,722	-0,042	0,000	0,000	0,000	0,630
8	27	-12,438	1,105	0,000	0,000	0,000	-0,901
	29	-11,069	1,103	0,000	0,000	0,000	-0,421
9	27	-5,359	0,847	0,000	0,000	0,000	-0,960
	29	-4,573	0,683	0,000	0,000	0,000	0,175
10	27	-12,425	-6,067	0,000	0,000	0,000	4,089
	29	-11,639	-2,262	0,000	0,000	0,000	1,291
11	27	11,886	2,002	0,000	0,000	0,000	-0,940
	29	12,672	-0,341	0,000	0,000	0,000	-0,025
12	27	9,049	0,936	0,000	0,000	0,000	-0,680
	29	9,169	-0,269	0,000	0,000	0,000	0,441
13	27	1,903	-5,898	0,000	0,000	0,000	3,786
	29	2,023	-3,133	0,000	0,000	0,000	1,358
14	27	26,184	2,163	0,000	0,000	0,000	-0,776
	29	26,304	-1,220	0,000	0,000	0,000	0,264

**Barra : 29**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	29	-3,460	-0,169	0,000	0,000	0,000	0,078
	30	-3,302	0,147	0,000	0,000	0,000	-0,064
2	29	-23,844	-0,454	0,000	0,000	0,000	0,690
	30	-23,083	1,070	0,000	0,000	0,000	-0,981

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Invernadero**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

3	29	-28,381	-0,948	0,000	0,000	0,000	0,615
	30	-27,162	1,491	0,000	0,000	0,000	-0,826
4	29	7,741	0,629	0,000	0,000	0,000	-0,413
	30	7,900	0,006	0,000	0,000	0,000	0,093
5	29	0,945	-2,979	0,000	0,000	0,000	-1,346
	30	1,103	-1,172	0,000	0,000	0,000	3,642
6	29	-21,585	-0,495	0,000	0,000	0,000	0,276
	30	-20,366	1,380	0,000	0,000	0,000	-0,811
7	29	-25,574	-2,755	0,000	0,000	0,000	-0,630
	30	-24,355	0,579	0,000	0,000	0,000	2,633
8	29	-11,123	-0,070	0,000	0,000	0,000	0,421
	30	-9,904	0,380	0,000	0,000	0,000	-0,585
9	29	-4,619	0,197	0,000	0,000	0,000	-0,175
	30	-3,930	0,635	0,000	0,000	0,000	-0,311
10	29	-11,336	-3,477	0,000	0,000	0,000	-1,291
	30	-10,647	-0,608	0,000	0,000	0,000	3,973
11	29	12,637	0,998	0,000	0,000	0,000	0,025
	30	13,326	-0,939	0,000	0,000	0,000	-0,043
12	29	9,147	0,699	0,000	0,000	0,000	-0,441
	30	9,240	-0,052	0,000	0,000	0,000	0,122
13	29	2,342	-2,902	0,000	0,000	0,000	-1,358
	30	2,436	-1,224	0,000	0,000	0,000	3,603
14	29	26,286	1,561	0,000	0,000	0,000	-0,264
	30	26,380	-1,566	0,000	0,000	0,000	0,322

**Barra : 30**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	30	-3,296	-0,243	0,000	0,000	0,000	0,064
	31	-3,172	0,102	0,000	0,000	0,000	0,014
2	30	-23,048	-1,657	0,000	0,000	0,000	0,981
	31	-22,243	0,579	0,000	0,000	0,000	-0,263
3	30	-27,148	-1,720	0,000	0,000	0,000	0,826
	31	-26,221	0,857	0,000	0,000	0,000	-0,202
4	30	7,844	0,937	0,000	0,000	0,000	-0,093
	31	7,968	0,170	0,000	0,000	0,000	-0,461
5	30	1,234	-1,034	0,000	0,000	0,000	-3,642
	31	1,358	0,405	0,000	0,000	0,000	3,971
6	30	-20,387	-1,029	0,000	0,000	0,000	0,811
	31	-19,459	0,881	0,000	0,000	0,000	-0,701

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Invernadero**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

7	30	-24,254	-2,295	0,000	0,000	0,000	-2,633
	31	-23,326	0,938	0,000	0,000	0,000	3,644
8	30	-9,880	-0,790	0,000	0,000	0,000	0,585
	31	-8,952	0,037	0,000	0,000	0,000	-0,150
9	30	-3,978	0,168	0,000	0,000	0,000	0,311
	31	-3,452	0,517	0,000	0,000	0,000	-0,685
10	30	-10,501	-1,858	0,000	0,000	0,000	-3,973
	31	-9,975	0,696	0,000	0,000	0,000	4,685
11	30	13,344	0,638	0,000	0,000	0,000	0,043
	31	13,870	-0,819	0,000	0,000	0,000	0,052
12	30	9,182	1,037	0,000	0,000	0,000	-0,122
	31	9,256	0,130	0,000	0,000	0,000	-0,457
13	30	2,563	-0,928	0,000	0,000	0,000	-3,603
	31	2,636	0,370	0,000	0,000	0,000	3,889
14	30	26,381	1,553	0,000	0,000	0,000	-0,322
	31	26,455	-1,160	0,000	0,000	0,000	0,168

**Barra : 31**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	31	-3,168	-0,188	0,000	0,000	0,000	-0,014
	32	-3,079	0,157	0,000	0,000	0,000	0,031
2	31	-22,203	-1,449	0,000	0,000	0,000	0,263
	32	-21,608	0,841	0,000	0,000	0,000	0,200
3	31	-26,190	-1,534	0,000	0,000	0,000	0,202
	32	-25,503	1,107	0,000	0,000	0,000	0,176
4	31	7,919	0,895	0,000	0,000	0,000	0,461
	32	8,009	-0,051	0,000	0,000	0,000	-0,885
5	31	1,315	0,526	0,000	0,000	0,000	-3,971
	32	1,405	1,660	0,000	0,000	0,000	2,861
6	31	-19,459	-0,894	0,000	0,000	0,000	0,701
	32	-18,772	0,972	0,000	0,000	0,000	-0,657
7	31	-23,314	-1,190	0,000	0,000	0,000	-3,644
	32	-22,628	1,925	0,000	0,000	0,000	3,092
8	31	-8,918	-0,779	0,000	0,000	0,000	0,150
	32	-8,232	0,257	0,000	0,000	0,000	0,154
9	31	-3,485	0,201	0,000	0,000	0,000	0,685
	32	-3,097	0,403	0,000	0,000	0,000	-0,994
10	31	-9,997	-0,215	0,000	0,000	0,000	-4,685
	32	-9,609	2,066	0,000	0,000	0,000	3,576

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Invernadero**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

11	31	13,887	0,447	0,000	0,000	0,000	-0,052
	32	14,275	-0,735	0,000	0,000	0,000	0,195
12	31	9,205	0,972	0,000	0,000	0,000	0,457
	32	9,258	-0,115	0,000	0,000	0,000	-0,883
13	31	2,592	0,608	0,000	0,000	0,000	-3,889
	32	2,645	1,601	0,000	0,000	0,000	2,788
14	31	26,450	1,254	0,000	0,000	0,000	-0,168
	32	26,503	-1,217	0,000	0,000	0,000	0,200

**Barra : 32**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	32	-3,078	-0,168	0,000	0,000	0,000	-0,031
	33	-3,031	0,148	0,000	0,000	0,000	0,042
2	32	-21,576	-1,438	0,000	0,000	0,000	-0,200
	33	-21,230	0,867	0,000	0,000	0,000	0,582
3	32	-25,478	-1,584	0,000	0,000	0,000	-0,176
	33	-25,079	1,078	0,000	0,000	0,000	0,523
4	32	7,970	0,792	0,000	0,000	0,000	0,885
	33	8,017	-0,912	0,000	0,000	0,000	-0,854
5	32	1,223	1,799	0,000	0,000	0,000	-2,861
	33	1,270	2,403	0,000	0,000	0,000	0,773
6	32	-18,770	-1,009	0,000	0,000	0,000	0,657
	33	-18,371	0,440	0,000	0,000	0,000	-0,242
7	32	-22,705	-0,468	0,000	0,000	0,000	-3,092
	33	-22,305	2,367	0,000	0,000	0,000	1,564
8	32	-8,213	-0,611	0,000	0,000	0,000	-0,154
	33	-7,814	0,312	0,000	0,000	0,000	0,326
9	32	-3,122	0,074	0,000	0,000	0,000	0,994
	33	-2,898	-0,457	0,000	0,000	0,000	-0,782
10	32	-9,773	1,043	0,000	0,000	0,000	-3,576
	33	-9,550	2,821	0,000	0,000	0,000	1,282
11	32	14,273	0,772	0,000	0,000	0,000	-0,195
	33	14,496	-0,637	0,000	0,000	0,000	0,125
12	32	9,219	0,861	0,000	0,000	0,000	0,883
	33	9,247	-0,972	0,000	0,000	0,000	-0,859
13	32	2,462	1,871	0,000	0,000	0,000	-2,788
	33	2,490	2,346	0,000	0,000	0,000	0,729
14	32	26,484	1,580	0,000	0,000	0,000	-0,200
	33	26,512	-1,131	0,000	0,000	0,000	0,013

**Proyecto : Planta de compostaje****Estructura : Invernadero****ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)****Barra : 33**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	33	-3,031	-0,152	0,000	0,000	0,000	-0,042
	34	-3,015	0,164	0,000	0,000	0,000	0,035
2	33	-21,212	-1,234	0,000	0,000	0,000	-0,582
	34	-21,096	1,090	0,000	0,000	0,000	0,649
3	33	-25,062	-1,404	0,000	0,000	0,000	-0,523
	34	-24,928	1,282	0,000	0,000	0,000	0,564
4	33	8,068	-0,116	0,000	0,000	0,000	0,854
	34	8,084	-2,413	0,000	0,000	0,000	0,341
5	33	1,026	2,517	0,000	0,000	0,000	-0,773
	34	1,042	2,138	0,000	0,000	0,000	-1,523
6	33	-18,324	-1,376	0,000	0,000	0,000	0,242
	34	-18,190	-0,258	0,000	0,000	0,000	0,704
7	33	-22,430	0,152	0,000	0,000	0,000	-1,564
	34	-22,296	2,421	0,000	0,000	0,000	-0,517
8	33	-7,806	-0,461	0,000	0,000	0,000	-0,326
	34	-7,672	0,408	0,000	0,000	0,000	0,354
9	33	-2,839	-0,741	0,000	0,000	0,000	0,782
	34	-2,764	-1,853	0,000	0,000	0,000	0,544
10	33	-9,782	1,864	0,000	0,000	0,000	-1,282
	34	-9,707	2,670	0,000	0,000	0,000	-1,407
11	33	14,488	0,798	0,000	0,000	0,000	-0,125
	34	14,563	-0,730	0,000	0,000	0,000	0,091
12	33	9,298	-0,054	0,000	0,000	0,000	0,859
	34	9,307	-2,480	0,000	0,000	0,000	0,328
13	33	2,246	2,581	0,000	0,000	0,000	-0,729
	34	2,255	2,073	0,000	0,000	0,000	-1,525
14	33	26,494	1,493	0,000	0,000	0,000	-0,013
	34	26,503	-1,349	0,000	0,000	0,000	-0,052

**Barra : 34**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	34	-3,016	-0,137	0,000	0,000	0,000	-0,035
	35	-3,032	0,179	0,000	0,000	0,000	0,012
2	34	-21,100	-1,019	0,000	0,000	0,000	-0,649
	35	-21,216	1,305	0,000	0,000	0,000	0,399

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Invernadero**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

3	34	-24,932	-1,211	0,000	0,000	0,000	-0,564
	35	-25,066	1,475	0,000	0,000	0,000	0,298
4	34	8,284	-1,594	0,000	0,000	0,000	-0,341
	35	8,268	-0,466	0,000	0,000	0,000	1,313
5	34	0,824	2,231	0,000	0,000	0,000	1,523
	35	0,808	0,110	0,000	0,000	0,000	-2,674
6	34	-18,074	-2,071	0,000	0,000	0,000	-0,704
	35	-18,208	1,103	0,000	0,000	0,000	1,225
7	34	-22,426	0,185	0,000	0,000	0,000	0,517
	35	-22,560	1,409	0,000	0,000	0,000	-2,073
8	34	-7,674	-0,359	0,000	0,000	0,000	-0,354
	35	-7,809	0,510	0,000	0,000	0,000	0,261
9	34	-2,566	-2,119	0,000	0,000	0,000	-0,544
	35	-2,641	0,194	0,000	0,000	0,000	1,526
10	34	-9,925	1,688	0,000	0,000	0,000	1,407
	35	-10,000	0,752	0,000	0,000	0,000	-2,981
11	34	14,563	0,726	0,000	0,000	0,000	-0,091
	35	14,488	-0,801	0,000	0,000	0,000	0,126
12	34	9,508	-1,539	0,000	0,000	0,000	-0,328
	35	9,499	-0,539	0,000	0,000	0,000	1,300
13	34	2,037	2,287	0,000	0,000	0,000	1,525
	35	2,028	0,037	0,000	0,000	0,000	-2,639
14	34	26,506	1,302	0,000	0,000	0,000	0,052
	35	26,497	-1,539	0,000	0,000	0,000	0,032

**Barra : 35**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	35	-3,035	-0,121	0,000	0,000	0,000	-0,012
	36	-3,082	0,195	0,000	0,000	0,000	-0,027
2	35	-21,241	-0,796	0,000	0,000	0,000	-0,399
	36	-21,587	1,509	0,000	0,000	0,000	-0,145
3	35	-25,089	-1,008	0,000	0,000	0,000	-0,298
	36	-25,488	1,654	0,000	0,000	0,000	-0,242
4	35	8,274	0,353	0,000	0,000	0,000	-1,313
	36	8,226	0,621	0,000	0,000	0,000	0,819
5	35	0,793	0,189	0,000	0,000	0,000	2,674
	36	0,746	-1,080	0,000	0,000	0,000	-2,217
6	35	-18,228	-0,701	0,000	0,000	0,000	-1,225
	36	-18,627	1,932	0,000	0,000	0,000	0,494

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Invernadero**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

7	35	-22,589	-0,827	0,000	0,000	0,000	2,073
	36	-22,988	0,885	0,000	0,000	0,000	-2,624
8	35	-7,821	-0,264	0,000	0,000	0,000	-0,261
	36	-8,220	0,661	0,000	0,000	0,000	0,025
9	35	-2,647	-0,067	0,000	0,000	0,000	-1,526
	36	-2,870	1,373	0,000	0,000	0,000	0,860
10	35	-10,025	-0,240	0,000	0,000	0,000	2,981
	36	-10,248	-0,336	0,000	0,000	0,000	-2,876
11	35	14,497	0,634	0,000	0,000	0,000	-0,126
	36	14,273	-0,772	0,000	0,000	0,000	0,193
12	35	9,506	0,401	0,000	0,000	0,000	-1,300
	36	9,478	0,540	0,000	0,000	0,000	0,819
13	35	2,014	0,237	0,000	0,000	0,000	2,639
	36	1,986	-1,160	0,000	0,000	0,000	-2,154
14	35	26,519	1,086	0,000	0,000	0,000	-0,032
	36	26,491	-1,622	0,000	0,000	0,000	0,238

**Barra : 36**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	36	-3,086	-0,131	0,000	0,000	0,000	0,027
	37	-3,168	0,186	0,000	0,000	0,000	-0,058
2	36	-21,626	-0,772	0,000	0,000	0,000	0,145
	37	-22,214	1,489	0,000	0,000	0,000	-0,715
3	36	-25,521	-1,038	0,000	0,000	0,000	0,242
	37	-26,200	1,574	0,000	0,000	0,000	-0,741
4	36	8,115	1,484	0,000	0,000	0,000	-0,819
	37	8,033	0,256	0,000	0,000	0,000	-0,045
5	36	0,855	-0,995	0,000	0,000	0,000	2,217
	37	0,773	-0,785	0,000	0,000	0,000	-1,300
6	36	-18,727	-0,040	0,000	0,000	0,000	-0,494
	37	-19,406	1,647	0,000	0,000	0,000	-0,531
7	36	-22,954	-1,541	0,000	0,000	0,000	2,624
	37	-23,633	1,009	0,000	0,000	0,000	-2,535
8	36	-8,244	-0,208	0,000	0,000	0,000	-0,025
	37	-8,923	0,801	0,000	0,000	0,000	-0,325
9	36	-2,999	1,063	0,000	0,000	0,000	-0,860
	37	-3,380	0,984	0,000	0,000	0,000	-0,223
10	36	-10,156	-1,413	0,000	0,000	0,000	2,876
	37	-10,537	-0,054	0,000	0,000	0,000	-2,125

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Invernadero**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

11	36	14,275	0,735	0,000	0,000	0,000	-0,193
	37	13,895	-0,474	0,000	0,000	0,000	0,061
12	36	9,368	1,535	0,000	0,000	0,000	-0,819
	37	9,319	0,179	0,000	0,000	0,000	-0,029
13	36	2,097	-0,945	0,000	0,000	0,000	2,154
	37	2,049	-0,863	0,000	0,000	0,000	-1,228
14	36	26,515	1,176	0,000	0,000	0,000	-0,238
	37	26,466	-1,311	0,000	0,000	0,000	0,238

**Barra : 37**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	37	-3,172	-0,104	0,000	0,000	0,000	0,058
	38	-3,285	0,213	0,000	0,000	0,000	-0,118
2	37	-22,257	-0,540	0,000	0,000	0,000	0,715
	38	-23,052	1,668	0,000	0,000	0,000	-1,441
3	37	-26,235	-0,818	0,000	0,000	0,000	0,741
	38	-27,152	1,730	0,000	0,000	0,000	-1,362
4	37	7,977	0,987	0,000	0,000	0,000	0,045
	38	7,863	-0,355	0,000	0,000	0,000	-0,349
5	37	0,841	-0,711	0,000	0,000	0,000	1,300
	38	0,728	-0,395	0,000	0,000	0,000	-0,721
6	37	-19,476	-0,127	0,000	0,000	0,000	0,531
	38	-20,393	1,426	0,000	0,000	0,000	-1,381
7	37	-23,627	-1,147	0,000	0,000	0,000	2,535
	38	-24,544	1,401	0,000	0,000	0,000	-2,475
8	37	-8,959	-0,015	0,000	0,000	0,000	0,325
	38	-9,876	0,784	0,000	0,000	0,000	-0,766
9	37	-3,455	0,672	0,000	0,000	0,000	0,223
	38	-3,971	0,446	0,000	0,000	0,000	-0,844
10	37	-10,488	-1,013	0,000	0,000	0,000	2,125
	38	-11,004	0,419	0,000	0,000	0,000	-1,661
11	37	13,880	0,793	0,000	0,000	0,000	-0,061
	38	13,364	-0,689	0,000	0,000	0,000	0,004
12	37	9,264	1,027	0,000	0,000	0,000	0,029
	38	9,197	-0,444	0,000	0,000	0,000	-0,304
13	37	2,119	-0,673	0,000	0,000	0,000	1,228
	38	2,051	-0,485	0,000	0,000	0,000	-0,640
14	37	26,475	1,105	0,000	0,000	0,000	-0,238
	38	26,408	-1,622	0,000	0,000	0,000	0,450

**Proyecto : Planta de compostaje****Estructura : Invernadero****ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)****Barra : 38**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	38	-3,288	-0,176	0,000	0,000	0,000	0,118
	39	-3,446	0,140	0,000	0,000	0,000	-0,098
2	38	-23,088	-1,060	0,000	0,000	0,000	1,441
	39	-23,850	0,464	0,000	0,000	0,000	-1,050
3	38	-27,167	-1,481	0,000	0,000	0,000	1,362
	39	-28,386	0,958	0,000	0,000	0,000	-1,011
4	38	7,850	0,574	0,000	0,000	0,000	0,349
	39	7,691	-0,792	0,000	0,000	0,000	-0,217
5	38	0,769	-0,306	0,000	0,000	0,000	0,721
	39	0,611	0,010	0,000	0,000	0,000	-0,567
6	38	-20,419	-0,987	0,000	0,000	0,000	1,381
	39	-21,638	0,443	0,000	0,000	0,000	-1,083
7	38	-24,538	-1,501	0,000	0,000	0,000	2,475
	39	-25,757	0,938	0,000	0,000	0,000	-1,535
8	38	-9,900	-0,385	0,000	0,000	0,000	0,766
	39	-11,120	0,067	0,000	0,000	0,000	-0,576
9	38	-3,996	-0,024	0,000	0,000	0,000	0,844
	39	-4,685	-0,329	0,000	0,000	0,000	-0,654
10	38	-10,976	-0,880	0,000	0,000	0,000	1,661
	39	-11,665	0,497	0,000	0,000	0,000	-1,147
11	38	13,353	0,891	0,000	0,000	0,000	-0,004
	39	12,664	-1,044	0,000	0,000	0,000	0,076
12	38	9,185	0,643	0,000	0,000	0,000	0,304
	39	9,091	-0,852	0,000	0,000	0,000	-0,176
13	38	2,094	-0,240	0,000	0,000	0,000	0,640
	39	2,000	-0,053	0,000	0,000	0,000	-0,513
14	38	26,415	1,501	0,000	0,000	0,000	-0,450
	39	26,321	-1,624	0,000	0,000	0,000	0,483

**Barra : 39**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	39	-3,441	-0,224	0,000	0,000	0,000	0,098
	40	-3,644	0,092	0,000	0,000	0,000	-0,018
2	39	-23,766	-2,054	0,000	0,000	0,000	1,050
	40	-24,368	-1,112	0,000	0,000	0,000	1,023

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Invernadero**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

3	39	-28,329	-2,041	0,000	0,000	0,000	1,011
	40	-29,698	0,099	0,000	0,000	0,000	0,362
4	39	7,732	0,023	0,000	0,000	0,000	0,217
	40	7,530	-1,199	0,000	0,000	0,000	0,475
5	39	0,606	0,074	0,000	0,000	0,000	0,567
	40	0,404	0,390	0,000	0,000	0,000	-0,853
6	39	-21,564	-1,842	0,000	0,000	0,000	1,083
	40	-22,934	-0,625	0,000	0,000	0,000	0,515
7	39	-25,713	-1,784	0,000	0,000	0,000	1,535
	40	-27,082	0,356	0,000	0,000	0,000	0,278
8	39	-11,065	-1,106	0,000	0,000	0,000	0,576
	40	-12,434	-1,107	0,000	0,000	0,000	0,789
9	39	-4,624	-0,821	0,000	0,000	0,000	0,654
	40	-5,410	-1,132	0,000	0,000	0,000	0,521
10	39	-11,653	-0,736	0,000	0,000	0,000	1,147
	40	-12,439	0,492	0,000	0,000	0,000	-0,555
11	39	12,703	0,297	0,000	0,000	0,000	-0,076
	40	11,917	-2,042	0,000	0,000	0,000	1,100
12	39	9,130	0,112	0,000	0,000	0,000	0,176
	40	9,011	-1,240	0,000	0,000	0,000	0,488
13	39	1,995	0,159	0,000	0,000	0,000	0,513
	40	1,875	0,346	0,000	0,000	0,000	-0,859
14	39	26,346	1,161	0,000	0,000	0,000	-0,483
	40	26,226	-2,219	0,000	0,000	0,000	1,133

**Barra : 40**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	40	-4,037	-0,064	0,000	0,000	0,000	0,030
	41	-4,215	-0,064	0,000	0,000	0,000	0,100
2	40	-24,240	-0,367	0,000	0,000	0,000	0,050
	41	-24,419	-0,367	0,000	0,000	0,000	0,856
3	40	-32,017	-0,364	0,000	0,000	0,000	0,046
	41	-32,196	-0,364	0,000	0,000	0,000	0,936
4	40	9,936	-0,170	0,000	0,000	0,000	0,153
	41	9,757	-0,170	0,000	0,000	0,000	0,179
5	40	-5,131	-0,630	0,000	0,000	0,000	-1,250
	41	-5,310	-0,630	0,000	0,000	0,000	2,653
6	40	-23,611	-0,576	0,000	0,000	0,000	0,307
	41	-23,790	-0,576	0,000	0,000	0,000	1,020

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Invernadero**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

7	40	-32,739	-0,456	0,000	0,000	0,000	-1,292
	41	-32,918	-0,456	0,000	0,000	0,000	3,343
8	40	-11,438	-0,212	0,000	0,000	0,000	0,049
	41	-11,616	-0,212	0,000	0,000	0,000	0,412
9	40	-4,034	-0,449	0,000	0,000	0,000	0,300
	41	-4,213	-0,449	0,000	0,000	0,000	0,614
10	40	-19,160	-0,651	0,000	0,000	0,000	-1,528
	41	-19,338	-0,651	0,000	0,000	0,000	3,533
11	40	16,234	0,249	0,000	0,000	0,000	-0,135
	41	16,055	0,249	0,000	0,000	0,000	-0,329
12	40	11,579	-0,137	0,000	0,000	0,000	0,132
	41	11,473	-0,137	0,000	0,000	0,000	0,134
13	40	-3,482	-0,621	0,000	0,000	0,000	-1,233
	41	-3,588	-0,621	0,000	0,000	0,000	2,569
14	40	31,838	0,608	0,000	0,000	0,000	-0,288
	41	31,732	0,608	0,000	0,000	0,000	-0,771

**Barra : 41**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	40	-3,565	-0,087	0,000	0,000	0,000	-0,012
	42	-3,376	0,209	0,000	0,000	0,000	-0,059
2	40	-23,974	1,047	0,000	0,000	0,000	-1,074
	42	-23,385	1,968	0,000	0,000	0,000	-0,701
3	40	-29,301	-0,154	0,000	0,000	0,000	-0,408
	42	-27,945	1,965	0,000	0,000	0,000	-0,550
4	40	7,564	0,937	0,000	0,000	0,000	-0,628
	42	7,753	-0,160	0,000	0,000	0,000	0,332
5	40	-1,712	-4,865	0,000	0,000	0,000	2,103
	42	-1,522	-1,992	0,000	0,000	0,000	1,877
6	40	-22,415	0,366	0,000	0,000	0,000	-0,823
	42	-21,058	1,651	0,000	0,000	0,000	-0,294
7	40	-28,284	-3,079	0,000	0,000	0,000	1,014
	42	-26,927	0,587	0,000	0,000	0,000	1,341
8	40	-12,200	1,080	0,000	0,000	0,000	-0,838
	42	-10,844	1,057	0,000	0,000	0,000	-0,445
9	40	-5,090	0,798	0,000	0,000	0,000	-0,820
	42	-4,317	0,613	0,000	0,000	0,000	0,105
10	40	-14,543	-4,987	0,000	0,000	0,000	2,084
	42	-13,770	-1,202	0,000	0,000	0,000	2,038

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Invernadero**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

11	40	11,679	2,131	0,000	0,000	0,000	-0,966
	42	12,452	-0,232	0,000	0,000	0,000	-0,104
12	40	9,005	0,978	0,000	0,000	0,000	-0,620
	42	9,117	-0,239	0,000	0,000	0,000	0,353
13	40	-0,254	-4,825	0,000	0,000	0,000	2,092
	42	-0,142	-2,073	0,000	0,000	0,000	1,864
14	40	25,620	2,400	0,000	0,000	0,000	-0,845
	42	25,732	-0,995	0,000	0,000	0,000	0,164

**Barra : 42**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	42	-3,379	-0,148	0,000	0,000	0,000	0,059
	43	-3,221	0,168	0,000	0,000	0,000	-0,068
2	42	-23,462	-0,509	0,000	0,000	0,000	0,701
	43	-22,700	1,015	0,000	0,000	0,000	-0,911
3	42	-27,996	-0,993	0,000	0,000	0,000	0,550
	43	-26,777	1,446	0,000	0,000	0,000	-0,656
4	42	7,727	0,659	0,000	0,000	0,000	-0,332
	43	7,885	0,036	0,000	0,000	0,000	-0,003
5	42	-1,304	-2,141	0,000	0,000	0,000	-1,877
	43	-1,146	-0,334	0,000	0,000	0,000	3,279
6	42	-21,115	-0,580	0,000	0,000	0,000	0,294
	43	-19,896	1,296	0,000	0,000	0,000	-0,715
7	42	-26,839	-2,256	0,000	0,000	0,000	-1,341
	43	-25,620	1,077	0,000	0,000	0,000	2,431
8	42	-10,895	-0,092	0,000	0,000	0,000	0,445
	43	-9,675	0,358	0,000	0,000	0,000	-0,585
9	42	-4,358	0,155	0,000	0,000	0,000	-0,105
	43	-3,669	0,593	0,000	0,000	0,000	-0,337
10	42	-13,566	-2,647	0,000	0,000	0,000	-2,038
	43	-12,878	0,221	0,000	0,000	0,000	3,645
11	42	12,407	1,082	0,000	0,000	0,000	0,104
	43	13,096	-0,854	0,000	0,000	0,000	-0,187
12	42	9,092	0,724	0,000	0,000	0,000	-0,353
	43	9,185	-0,028	0,000	0,000	0,000	0,028
13	42	0,077	-2,076	0,000	0,000	0,000	-1,864
	43	0,171	-0,398	0,000	0,000	0,000	3,246
14	42	25,694	1,724	0,000	0,000	0,000	-0,164
	43	25,788	-1,402	0,000	0,000	0,000	0,126

**Proyecto : Planta de compostaje****Estructura : Invernadero****ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)****Barra : 43**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	43	-3,218	-0,213	0,000	0,000	0,000	0,068
	44	-3,104	0,103	0,000	0,000	0,000	-0,008
2	43	-22,661	-1,667	0,000	0,000	0,000	0,911
	44	-21,867	0,541	0,000	0,000	0,000	-0,152
3	43	-26,761	-1,719	0,000	0,000	0,000	0,656
	44	-25,843	0,829	0,000	0,000	0,000	0,009
4	43	7,826	0,965	0,000	0,000	0,000	0,003
	44	7,940	0,170	0,000	0,000	0,000	-0,561
5	43	-1,099	-0,467	0,000	0,000	0,000	-3,279
	44	-0,985	0,943	0,000	0,000	0,000	3,016
6	43	-19,910	-1,058	0,000	0,000	0,000	0,715
	44	-18,992	0,824	0,000	0,000	0,000	-0,546
7	43	-25,568	-1,949	0,000	0,000	0,000	-2,431
	44	-24,651	1,255	0,000	0,000	0,000	2,719
8	43	-9,650	-0,784	0,000	0,000	0,000	0,585
	44	-8,732	0,013	0,000	0,000	0,000	-0,139
9	43	-3,713	0,157	0,000	0,000	0,000	0,337
	44	-3,198	0,478	0,000	0,000	0,000	-0,687
10	43	-12,814	-1,298	0,000	0,000	0,000	-3,645
	44	-12,298	1,228	0,000	0,000	0,000	3,578
11	43	13,105	0,695	0,000	0,000	0,000	0,187
	44	13,621	-0,791	0,000	0,000	0,000	-0,122
12	43	9,125	1,054	0,000	0,000	0,000	-0,028
	44	9,192	0,130	0,000	0,000	0,000	-0,547
13	43	0,216	-0,375	0,000	0,000	0,000	-3,246
	44	0,284	0,906	0,000	0,000	0,000	2,966
14	43	25,773	1,646	0,000	0,000	0,000	-0,126
	44	25,841	-1,084	0,000	0,000	0,000	-0,068

**Barra : 44**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	44	-3,101	-0,180	0,000	0,000	0,000	0,008
	45	-3,019	0,136	0,000	0,000	0,000	0,016
2	44	-21,825	-1,453	0,000	0,000	0,000	0,152
	45	-21,237	0,809	0,000	0,000	0,000	0,332

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Invernadero**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

3	44	-25,812	-1,528	0,000	0,000	0,000	-0,009
	45	-25,132	1,085	0,000	0,000	0,000	0,386
4	44	7,892	0,892	0,000	0,000	0,000	0,561
	45	7,974	-0,083	0,000	0,000	0,000	-0,966
5	44	-1,067	0,850	0,000	0,000	0,000	-3,016
	45	-0,984	1,955	0,000	0,000	0,000	1,537
6	44	-18,989	-0,909	0,000	0,000	0,000	0,546
	45	-18,309	0,929	0,000	0,000	0,000	-0,465
7	44	-24,663	-0,994	0,000	0,000	0,000	-2,719
	45	-23,983	2,092	0,000	0,000	0,000	1,628
8	44	-8,697	-0,782	0,000	0,000	0,000	0,139
	45	-8,018	0,226	0,000	0,000	0,000	0,185
9	44	-3,228	0,184	0,000	0,000	0,000	0,687
	45	-2,847	0,358	0,000	0,000	0,000	-0,963
10	44	-12,359	0,103	0,000	0,000	0,000	-3,578
	45	-11,978	2,356	0,000	0,000	0,000	1,922
11	44	13,636	0,453	0,000	0,000	0,000	0,122
	45	14,017	-0,758	0,000	0,000	0,000	0,030
12	44	9,142	0,967	0,000	0,000	0,000	0,547
	45	9,191	-0,137	0,000	0,000	0,000	-0,959
13	44	0,200	0,928	0,000	0,000	0,000	-2,966
	45	0,249	1,904	0,000	0,000	0,000	1,508
14	44	25,832	1,273	0,000	0,000	0,000	0,068
	45	25,881	-1,214	0,000	0,000	0,000	-0,040

**Barra : 45**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	45	-3,016	-0,182	0,000	0,000	0,000	-0,016
	46	-2,969	0,134	0,000	0,000	0,000	0,041
2	45	-21,204	-1,431	0,000	0,000	0,000	-0,332
	46	-20,858	0,874	0,000	0,000	0,000	0,690
3	45	-25,107	-1,567	0,000	0,000	0,000	-0,386
	46	-24,707	1,095	0,000	0,000	0,000	0,671
4	45	7,938	0,757	0,000	0,000	0,000	0,966
	46	7,985	-0,947	0,000	0,000	0,000	-0,908
5	45	-1,185	1,840	0,000	0,000	0,000	-1,537
	46	-1,137	2,445	0,000	0,000	0,000	-0,673
6	45	-18,305	-1,004	0,000	0,000	0,000	0,465
	46	-17,906	0,446	0,000	0,000	0,000	-0,065

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Invernadero**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

7	45	-24,070	-0,445	0,000	0,000	0,000	-1,628
	46	-23,671	2,390	0,000	0,000	0,000	-0,126
8	45	-7,997	-0,620	0,000	0,000	0,000	-0,185
	46	-7,598	0,303	0,000	0,000	0,000	0,366
9	45	-2,869	0,056	0,000	0,000	0,000	0,963
	46	-2,646	-0,475	0,000	0,000	0,000	-0,732
10	45	-12,160	1,082	0,000	0,000	0,000	-1,922
	46	-11,936	2,859	0,000	0,000	0,000	-0,592
11	45	14,019	0,722	0,000	0,000	0,000	-0,030
	46	14,242	-0,687	0,000	0,000	0,000	-0,003
12	45	9,154	0,832	0,000	0,000	0,000	0,959
	46	9,182	-1,001	0,000	0,000	0,000	-0,915
13	45	0,047	1,920	0,000	0,000	0,000	-1,508
	46	0,075	2,395	0,000	0,000	0,000	-0,673
14	45	25,865	1,517	0,000	0,000	0,000	0,040
	46	25,893	-1,194	0,000	0,000	0,000	-0,195

**Barra : 46**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	46	-2,967	-0,160	0,000	0,000	0,000	-0,041
	47	-2,952	0,156	0,000	0,000	0,000	0,043
2	46	-20,843	-1,191	0,000	0,000	0,000	-0,690
	47	-20,726	1,134	0,000	0,000	0,000	0,687
3	46	-24,695	-1,351	0,000	0,000	0,000	-0,671
	47	-24,561	1,336	0,000	0,000	0,000	0,597
4	46	8,040	-0,154	0,000	0,000	0,000	0,908
	47	8,056	-2,451	0,000	0,000	0,000	0,314
5	46	-1,373	2,320	0,000	0,000	0,000	0,673
	47	-1,357	1,941	0,000	0,000	0,000	-2,851
6	46	-17,863	-1,324	0,000	0,000	0,000	0,065
	47	-17,728	-0,206	0,000	0,000	0,000	0,801
7	46	-23,791	0,040	0,000	0,000	0,000	0,126
	47	-23,657	2,309	0,000	0,000	0,000	-2,065
8	46	-7,591	-0,448	0,000	0,000	0,000	-0,366
	47	-7,457	0,420	0,000	0,000	0,000	0,380
9	46	-2,586	-0,734	0,000	0,000	0,000	0,732
	47	-2,511	-1,846	0,000	0,000	0,000	0,587
10	46	-12,160	1,667	0,000	0,000	0,000	0,592
	47	-12,085	2,472	0,000	0,000	0,000	-3,144

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Invernadero**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

11	46	14,240	0,723	0,000	0,000	0,000	0,003
	47	14,315	-0,805	0,000	0,000	0,000	0,012
12	46	9,236	-0,089	0,000	0,000	0,000	0,915
	47	9,246	-2,515	0,000	0,000	0,000	0,295
13	46	-0,162	2,391	0,000	0,000	0,000	0,673
	47	-0,153	1,883	0,000	0,000	0,000	-2,818
14	46	25,884	1,369	0,000	0,000	0,000	0,195
	47	25,893	-1,473	0,000	0,000	0,000	-0,198

**Barra : 47**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	47	-2,953	-0,139	0,000	0,000	0,000	-0,043
	48	-2,968	0,177	0,000	0,000	0,000	0,022
2	47	-20,736	-0,939	0,000	0,000	0,000	-0,687
	48	-20,852	1,386	0,000	0,000	0,000	0,327
3	47	-24,571	-1,121	0,000	0,000	0,000	-0,597
	48	-24,706	1,565	0,000	0,000	0,000	0,177
4	47	8,260	-1,635	0,000	0,000	0,000	-0,314
	48	8,244	-0,506	0,000	0,000	0,000	1,314
5	47	-1,544	1,796	0,000	0,000	0,000	2,851
	48	-1,560	-0,325	0,000	0,000	0,000	-3,612
6	47	-17,619	-1,974	0,000	0,000	0,000	-0,801
	48	-17,754	1,200	0,000	0,000	0,000	1,191
7	47	-23,769	-0,062	0,000	0,000	0,000	2,065
	48	-23,904	1,162	0,000	0,000	0,000	-3,124
8	47	-7,461	-0,326	0,000	0,000	0,000	-0,380
	48	-7,596	0,544	0,000	0,000	0,000	0,251
9	47	-2,314	-2,087	0,000	0,000	0,000	-0,587
	48	-2,389	0,226	0,000	0,000	0,000	1,535
10	47	-12,272	1,255	0,000	0,000	0,000	3,144
	48	-12,347	0,318	0,000	0,000	0,000	-4,200
11	47	14,324	0,627	0,000	0,000	0,000	-0,012
	48	14,249	-0,900	0,000	0,000	0,000	0,114
12	47	9,450	-1,581	0,000	0,000	0,000	-0,295
	48	9,441	-0,581	0,000	0,000	0,000	1,294
13	47	-0,340	1,859	0,000	0,000	0,000	2,818
	48	-0,349	-0,392	0,000	0,000	0,000	-3,558
14	47	25,911	1,118	0,000	0,000	0,000	0,198
	48	25,902	-1,723	0,000	0,000	0,000	-0,014

**Proyecto : Planta de compostaje****Estructura : Invernadero****ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)****Barra : 48**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	48	-2,971	-0,117	0,000	0,000	0,000	-0,022
	49	-3,019	0,200	0,000	0,000	0,000	-0,023
2	48	-20,887	-0,681	0,000	0,000	0,000	-0,327
	49	-21,233	1,625	0,000	0,000	0,000	-0,352
3	48	-24,739	-0,883	0,000	0,000	0,000	-0,177
	49	-25,139	1,780	0,000	0,000	0,000	-0,534
4	48	8,254	0,310	0,000	0,000	0,000	-1,314
	49	8,206	0,578	0,000	0,000	0,000	0,849
5	48	-1,520	-0,478	0,000	0,000	0,000	3,612
	49	-1,568	-1,747	0,000	0,000	0,000	-2,479
6	48	-17,785	-0,559	0,000	0,000	0,000	-1,191
	49	-18,185	2,074	0,000	0,000	0,000	0,289
7	48	-23,902	-1,205	0,000	0,000	0,000	3,124
	49	-24,301	0,506	0,000	0,000	0,000	-2,873
8	48	-7,612	-0,209	0,000	0,000	0,000	-0,251
	49	-8,012	0,716	0,000	0,000	0,000	-0,041
9	48	-2,400	-0,011	0,000	0,000	0,000	-1,535
	49	-2,623	1,430	0,000	0,000	0,000	0,813
10	48	-12,318	-0,903	0,000	0,000	0,000	4,200
	49	-12,541	-0,999	0,000	0,000	0,000	-3,210
11	48	14,268	0,512	0,000	0,000	0,000	-0,114
	49	14,045	-0,894	0,000	0,000	0,000	0,273
12	48	9,452	0,355	0,000	0,000	0,000	-1,294
	49	9,424	0,493	0,000	0,000	0,000	0,845
13	48	-0,308	-0,424	0,000	0,000	0,000	3,558
	49	-0,337	-1,822	0,000	0,000	0,000	-2,420
14	48	25,946	0,844	0,000	0,000	0,000	0,014
	49	25,917	-1,864	0,000	0,000	0,000	0,346

**Barra : 49**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	49	-3,023	-0,119	0,000	0,000	0,000	0,023
	50	-3,105	0,197	0,000	0,000	0,000	-0,065
2	49	-21,286	-0,620	0,000	0,000	0,000	0,352
	50	-21,874	1,642	0,000	0,000	0,000	-1,069

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Invernadero**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

3	49	-25,186	-0,877	0,000	0,000	0,000	0,534
	50	-25,866	1,736	0,000	0,000	0,000	-1,198
4	49	8,100	1,439	0,000	0,000	0,000	-0,849
	50	8,018	0,211	0,000	0,000	0,000	0,020
5	49	-1,375	-1,902	0,000	0,000	0,000	2,479
	50	-1,457	-1,691	0,000	0,000	0,000	-0,592
6	49	-18,302	0,148	0,000	0,000	0,000	-0,289
	50	-18,981	1,834	0,000	0,000	0,000	-0,931
7	49	-24,219	-2,055	0,000	0,000	0,000	2,873
	50	-24,898	0,494	0,000	0,000	0,000	-1,766
8	49	-8,042	-0,132	0,000	0,000	0,000	0,041
	50	-8,722	0,877	0,000	0,000	0,000	-0,467
9	49	-2,759	1,146	0,000	0,000	0,000	-0,813
	50	-3,140	1,066	0,000	0,000	0,000	-0,352
10	49	-12,366	-2,314	0,000	0,000	0,000	3,210
	50	-12,747	-0,954	0,000	0,000	0,000	-1,245
11	49	14,061	0,589	0,000	0,000	0,000	-0,273
	50	13,680	-0,620	0,000	0,000	0,000	0,266
12	49	9,320	1,483	0,000	0,000	0,000	-0,845
	50	9,271	0,127	0,000	0,000	0,000	0,038
13	49	-0,143	-1,847	0,000	0,000	0,000	2,420
	50	-0,192	-1,765	0,000	0,000	0,000	-0,550
14	49	25,970	0,875	0,000	0,000	0,000	-0,346
	50	25,921	-1,611	0,000	0,000	0,000	0,585

**Barra : 50**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	50	-3,110	-0,087	0,000	0,000	0,000	0,065
	51	-3,241	0,275	0,000	0,000	0,000	-0,168
2	50	-21,933	-0,357	0,000	0,000	0,000	1,069
	51	-22,744	1,897	0,000	0,000	0,000	-1,989
3	50	-25,916	-0,627	0,000	0,000	0,000	1,198
	51	-26,850	1,967	0,000	0,000	0,000	-2,014
4	50	7,965	0,941	0,000	0,000	0,000	-0,020
	51	7,835	-0,355	0,000	0,000	0,000	-0,265
5	50	-1,297	-1,817	0,000	0,000	0,000	0,592
	51	-1,427	-1,455	0,000	0,000	0,000	1,183
6	50	-19,069	0,098	0,000	0,000	0,000	0,931
	51	-20,003	1,697	0,000	0,000	0,000	-2,028

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Invernadero**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

7	50	-24,840	-1,775	0,000	0,000	0,000	1,766
	51	-25,774	0,819	0,000	0,000	0,000	-0,712
8	50	-8,765	0,079	0,000	0,000	0,000	0,467
	51	-9,699	0,925	0,000	0,000	0,000	-1,028
9	50	-3,224	0,776	0,000	0,000	0,000	0,352
	51	-3,756	0,596	0,000	0,000	0,000	-1,104
10	50	-12,607	-2,111	0,000	0,000	0,000	1,245
	51	-13,139	-0,633	0,000	0,000	0,000	0,598
11	50	13,680	0,629	0,000	0,000	0,000	-0,266
	51	13,148	-0,808	0,000	0,000	0,000	0,350
12	50	9,221	0,970	0,000	0,000	0,000	-0,038
	51	9,144	-0,473	0,000	0,000	0,000	-0,199
13	50	-0,030	-1,775	0,000	0,000	0,000	0,550
	51	-0,107	-1,561	0,000	0,000	0,000	1,226
14	50	25,960	0,756	0,000	0,000	0,000	-0,585
	51	25,883	-1,944	0,000	0,000	0,000	1,123

**Barra : 51**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	51	-3,251	-0,108	0,000	0,000	0,000	0,168
	52	-3,432	0,254	0,000	0,000	0,000	-0,250
2	51	-22,809	-0,796	0,000	0,000	0,000	1,989
	52	-23,594	0,773	0,000	0,000	0,000	-1,925
3	51	-26,895	-1,210	0,000	0,000	0,000	2,014
	52	-28,137	1,275	0,000	0,000	0,000	-1,972
4	51	7,822	0,570	0,000	0,000	0,000	0,265
	52	7,641	-0,750	0,000	0,000	0,000	-0,148
5	51	-1,246	-1,613	0,000	0,000	0,000	-1,183
	52	-1,427	-1,250	0,000	0,000	0,000	2,815
6	51	-20,064	-0,671	0,000	0,000	0,000	2,028
	52	-21,306	0,804	0,000	0,000	0,000	-2,109
7	51	-25,691	-2,223	0,000	0,000	0,000	0,712
	52	-26,933	0,262	0,000	0,000	0,000	1,026
8	51	-9,740	-0,225	0,000	0,000	0,000	1,028
	52	-10,983	0,273	0,000	0,000	0,000	-1,048
9	51	-3,800	0,149	0,000	0,000	0,000	1,104
	52	-4,512	-0,109	0,000	0,000	0,000	-1,136
10	51	-12,973	-2,177	0,000	0,000	0,000	-0,598
	52	-13,685	-0,753	0,000	0,000	0,000	2,615

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Invernadero**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

11	51	13,151	0,747	0,000	0,000	0,000	-0,350
	52	12,439	-1,142	0,000	0,000	0,000	0,572
12	51	9,136	0,608	0,000	0,000	0,000	0,199
	52	9,028	-0,860	0,000	0,000	0,000	-0,040
13	51	0,077	-1,562	0,000	0,000	0,000	-1,226
	52	-0,030	-1,348	0,000	0,000	0,000	2,853
14	51	25,932	1,119	0,000	0,000	0,000	-1,123
	52	25,824	-1,978	0,000	0,000	0,000	1,597

**Barra : 52**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	52	-3,439	-0,109	0,000	0,000	0,000	0,250
	53	-3,688	0,280	0,000	0,000	0,000	-0,348
2	52	-23,544	-1,719	0,000	0,000	0,000	1,925
	53	-24,194	-0,704	0,000	0,000	0,000	-0,272
3	52	-28,115	-1,700	0,000	0,000	0,000	1,972
	53	-29,531	0,514	0,000	0,000	0,000	-0,980
4	52	7,677	0,060	0,000	0,000	0,000	0,148
	53	7,428	-1,089	0,000	0,000	0,000	0,473
5	52	-1,287	-1,394	0,000	0,000	0,000	-2,815
	53	-1,537	-1,005	0,000	0,000	0,000	4,257
6	52	-21,272	-1,447	0,000	0,000	0,000	2,109
	53	-22,689	-0,157	0,000	0,000	0,000	-0,992
7	52	-26,811	-2,581	0,000	0,000	0,000	-1,026
	53	-28,227	-0,367	0,000	0,000	0,000	3,335
8	52	-10,951	-0,887	0,000	0,000	0,000	1,048
	53	-12,367	-0,814	0,000	0,000	0,000	0,014
9	52	-4,475	-0,584	0,000	0,000	0,000	1,136
	53	-5,308	-0,822	0,000	0,000	0,000	-0,291
10	52	-13,529	-2,192	0,000	0,000	0,000	-2,615
	53	-14,362	-0,891	0,000	0,000	0,000	4,701
11	52	12,490	0,177	0,000	0,000	0,000	-0,572
	53	11,657	-2,089	0,000	0,000	0,000	1,733
12	52	9,069	0,097	0,000	0,000	0,000	0,040
	53	8,921	-1,211	0,000	0,000	0,000	0,637
13	52	0,112	-1,343	0,000	0,000	0,000	-2,853
	53	-0,035	-1,113	0,000	0,000	0,000	4,312
14	52	25,889	0,756	0,000	0,000	0,000	-1,597
	53	25,741	-2,580	0,000	0,000	0,000	2,826

**Proyecto : Planta de compostaje****Estructura : Invernadero****ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

Barra : 53

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	53	-2,224	-2,956	0,000	0,000	0,000	0,348
	54	-3,732	-2,956	0,000	0,000	0,000	5,569
2	53	-12,448	-20,757	0,000	0,000	0,000	0,272
	54	-13,956	-20,757	0,000	0,000	0,000	41,407
3	53	-16,352	-24,597	0,000	0,000	0,000	0,980
	54	-17,860	-24,597	0,000	0,000	0,000	48,458
4	53	4,921	5,670	0,000	0,000	0,000	-0,473
	54	3,413	0,519	0,000	0,000	0,000	-5,709
5	53	0,018	-1,836	0,000	0,000	0,000	-4,257
	54	-1,490	-6,987	0,000	0,000	0,000	13,085
6	53	-12,098	-19,195	0,000	0,000	0,000	0,992
	54	-13,606	-22,286	0,000	0,000	0,000	40,642
7	53	-14,907	-23,973	0,000	0,000	0,000	-3,335
	54	-16,415	-27,063	0,000	0,000	0,000	54,633
8	53	-5,981	-10,855	0,000	0,000	0,000	-0,014
	54	-7,489	-7,487	0,000	0,000	0,000	18,398
9	53	-2,169	-4,914	0,000	0,000	0,000	0,291
	54	-3,677	-10,065	0,000	0,000	0,000	14,702
10	53	-6,991	-12,577	0,000	0,000	0,000	-4,701
	54	-8,499	-17,728	0,000	0,000	0,000	35,094
11	53	8,044	8,693	0,000	0,000	0,000	-1,733
	54	6,535	14,306	0,000	0,000	0,000	-21,230
12	53	5,829	6,861	0,000	0,000	0,000	-0,637
	54	4,935	1,710	0,000	0,000	0,000	-7,922
13	53	0,918	-0,630	0,000	0,000	0,000	-4,312
	54	0,024	-5,781	0,000	0,000	0,000	10,722
14	53	16,049	20,290	0,000	0,000	0,000	-2,826
	54	15,155	25,903	0,000	0,000	0,000	-43,193

**REACCIONES EN LOS APOYOS****REACCIONES EN LOS APOYOS. (kN y mkN)**

Nudo : 1

Combinación	Reacc. X	Reacc. Y	Reacc. Z	Mom. X	Mom. Y	Mom. Z
1	2,851	3,010	0,000	0,000	0,000	-5,230
2	20,337	13,277	0,000	0,000	0,000	-39,549

**Proyecto : Planta de compostaje****Estructura : Invernadero****REACCIONES EN LOS APOYOS.****(kN y mkN)**

3	24,088	17,173	0,000	0,000	0,000	-46,272
4	-10,473	-3,985	0,000	0,000	0,000	14,187
5	-8,990	6,001	0,000	0,000	0,000	19,709
6	15,883	12,973	0,000	0,000	0,000	-34,034
7	16,718	19,070	0,000	0,000	0,000	-29,495
8	13,859	6,800	0,000	0,000	0,000	-23,684
9	-0,119	3,104	0,000	0,000	0,000	-5,467
10	1,323	13,151	0,000	0,000	0,000	0,814
11	-3,068	-7,236	0,000	0,000	0,000	10,021
12	-11,621	-5,211	0,000	0,000	0,000	16,279
13	-10,133	4,769	0,000	0,000	0,000	21,723
14	-14,317	-15,574	0,000	0,000	0,000	30,777

**Nudo : 15**

<b>Combinación</b>	<b>Reacc. X</b>	<b>Reacc. Y</b>	<b>Reacc. Z</b>	<b>Mom. X</b>	<b>Mom. Y</b>	<b>Mom. Z</b>
1	0,110	4,928	0,000	0,000	0,000	-0,244
2	0,807	25,055	0,000	0,000	0,000	-2,310
3	0,864	32,844	0,000	0,000	0,000	-2,599
4	-0,502	-9,016	0,000	0,000	0,000	0,814
5	-5,337	5,706	0,000	0,000	0,000	20,292
6	0,780	24,459	0,000	0,000	0,000	-2,896
7	-2,782	33,310	0,000	0,000	0,000	13,331
8	0,565	12,269	0,000	0,000	0,000	-1,548
9	0,115	4,926	0,000	0,000	0,000	-0,983
10	-5,111	19,650	0,000	0,000	0,000	21,098
11	-0,345	-15,372	0,000	0,000	0,000	0,869
12	-0,563	-11,023	0,000	0,000	0,000	0,960
13	-5,360	3,700	0,000	0,000	0,000	20,191
14	-1,092	-31,314	0,000	0,000	0,000	2,655

**Nudo : 28**

<b>Combinación</b>	<b>Reacc. X</b>	<b>Reacc. Y</b>	<b>Reacc. Z</b>	<b>Mom. X</b>	<b>Mom. Y</b>	<b>Mom. Z</b>
1	0,058	4,210	0,000	0,000	0,000	-0,050
2	-0,020	24,471	0,000	0,000	0,000	0,133
3	0,009	32,253	0,000	0,000	0,000	0,117
4	-0,245	-9,761	0,000	0,000	0,000	0,234
5	-0,209	4,721	0,000	0,000	0,000	1,200
6	-0,324	23,882	0,000	0,000	0,000	0,414
7	0,292	32,494	0,000	0,000	0,000	1,119
8	0,003	11,637	0,000	0,000	0,000	0,038
9	-0,353	4,263	0,000	0,000	0,000	0,369
10	0,015	18,705	0,000	0,000	0,000	1,415
11	0,071	-16,116	0,000	0,000	0,000	-0,069
12	-0,261	-11,476	0,000	0,000	0,000	0,245
13	-0,256	3,009	0,000	0,000	0,000	1,207
14	0,110	-31,841	0,000	0,000	0,000	-0,113

**Proyecto : Planta de compostaje****Estructura : Invernadero****REACCIONES EN LOS APOYOS.****(kN y mkN)****Nudo : 41**

<b>Combinación</b>	<b>Reacc. X</b>	<b>Reacc. Y</b>	<b>Reacc. Z</b>	<b>Mom. X</b>	<b>Mom. Y</b>	<b>Mom. Z</b>
1	-0,064	4,215	0,000	0,000	0,000	0,100
2	-0,367	24,419	0,000	0,000	0,000	0,856
3	-0,364	32,196	0,000	0,000	0,000	0,936
4	-0,170	-9,757	0,000	0,000	0,000	0,179
5	-0,630	5,310	0,000	0,000	0,000	2,653
6	-0,576	23,790	0,000	0,000	0,000	1,020
7	-0,456	32,918	0,000	0,000	0,000	3,343
8	-0,212	11,616	0,000	0,000	0,000	0,412
9	-0,449	4,213	0,000	0,000	0,000	0,614
10	-0,651	19,338	0,000	0,000	0,000	3,533
11	0,249	-16,055	0,000	0,000	0,000	-0,329
12	-0,137	-11,473	0,000	0,000	0,000	0,134
13	-0,621	3,588	0,000	0,000	0,000	2,569
14	0,608	-31,732	0,000	0,000	0,000	-0,771

**Nudo : 54**

<b>Combinación</b>	<b>Reacc. X</b>	<b>Reacc. Y</b>	<b>Reacc. Z</b>	<b>Mom. X</b>	<b>Mom. Y</b>	<b>Mom. Z</b>
1	-2,956	3,732	0,000	0,000	0,000	5,569
2	-20,757	13,956	0,000	0,000	0,000	41,407
3	-24,597	17,860	0,000	0,000	0,000	48,458
4	0,519	-3,413	0,000	0,000	0,000	-5,709
5	-6,987	1,490	0,000	0,000	0,000	13,085
6	-22,286	13,606	0,000	0,000	0,000	40,642
7	-27,063	16,415	0,000	0,000	0,000	54,633
8	-7,487	7,489	0,000	0,000	0,000	18,398
9	-10,065	3,677	0,000	0,000	0,000	14,702
10	-17,728	8,499	0,000	0,000	0,000	35,094
11	14,306	-6,535	0,000	0,000	0,000	-21,230
12	1,710	-4,935	0,000	0,000	0,000	-7,922
13	-5,781	-0,024	0,000	0,000	0,000	10,722
14	25,903	-15,155	0,000	0,000	0,000	-43,193

## NOTACIONES DE BARRAS DE ACERO-I

### Limite elástico

$f_y$  varía con la calidad y espesor del acero.

### Coefficiente parcial para la resistencia del acero:

$\gamma_M$  Coeficiente parcial de seguridad para la resistencia del acero según artículo 15.3 de la EAE.

### Esfuerzos de cálculo:

$N_{Ed}$  esfuerzo axial 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 1 y 2, respecto al eje  $y-y$ .

### Esfuerzos de agotamiento de la sección:

$N_{pl}$  esfuerzo axial 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.

### Coefficientes de interacción

$k_{y,y}$ ,  $k_{y,z}$ ,  $k_{z,y}$ ,  $k_{z,z}$  coeficientes de interacción correspondientes a elementos sometidos a compresión y flexión, artículo 35.3 de la EAE, obtenidos según la tabla 35.3.c(a), Método 2 de la EAE.

# NOTACIONES DE BARRAS DE ACERO-II

## Pandeo lateral

$M_{cr} = C_1 \cdot [\pi / (k_\phi \cdot l_v)] \cdot (G I_t \cdot E I_y)^{0.5} \cdot (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{0.5}$  siendo:

$C_1$  coeficiente que depende del diagrama de momentos flectores respecto al eje z-z y condiciones de sustentación de las secciones arriostradas;

$k_\phi$  coeficiente para el que se adoptan los valores siguientes:

$k_\phi = 1$  si los apoyos liberan el giro torsional;

$k_\phi = 0,50$  si los apoyos son empotramientos que coaccionan totalmente el giro torsional;

$k_\phi = 0,70$  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:

$$\kappa = k_\phi \cdot l_v \cdot (G I_t / E I_A)^{0.5}$$

$I_A$  módulo de albeo 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)

$$Ec.1 - i = N_{Ed} / (A^* \cdot f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \cdot (W_y \cdot f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \cdot f_y / \gamma_M)$$

**Pandeo eje débil y-y** (con y sin vuelco)

$$Ec.2 - i = N_{Ed} / \{X_y \cdot (A^* \cdot f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \cdot M_z^* / \{X_{LT} \cdot (W_z \cdot f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \cdot M_y^* / (W_y \cdot f_y / \gamma_M)$$

**Pandeo eje fuerte z-z** (con y sin vuelco)

$$Ec.3 - i = N_{Ed} / \{X_z \cdot (A^* \cdot f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \cdot M_z^* / \{X_{LT} \cdot (W_z \cdot f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \cdot M_y^* / (W_y \cdot f_y / \gamma_M)$$

$$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed} \quad M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed} \quad A^* = A_{eff} \quad \text{En secciones de clase 1,2 ó 3 } e_{N,y} = 0; \quad e_{N,z} = 0$$

Si  $N_d > 0$  (barra traccionada), los coeficientes  $X_y$  y  $X_z$  valen 1.

Si no hay vuelco  $X_{LT}$  vale 1.

$$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed} \quad M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed} \quad A^* = A_{eff}$$

Los coeficientes  $k_{yy}$ ,  $k_{yz}$ ,  $k_{zy}$ ,  $k_{zz}$  según tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$$M_{cr} = c_1 \cdot (\pi / L_v) \cdot (G \cdot I_t \cdot E \cdot I_y)^{0.5} \cdot \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{0.5} \}; \quad \kappa = L_v \cdot \{ I_t / (2,6 \cdot I_A) \}^{0.5}$$

## COMPROBACION DE BARRAS

### COMPROBACION DE BARRAS.

**Barra : 1**

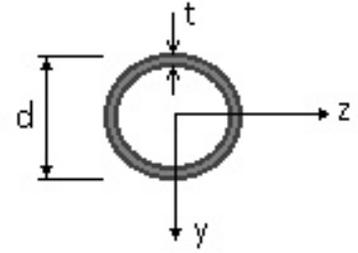
Tubo Circular. Tamaño : 200.6

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

Material : Acero S-235



Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
36,6	172	172	225	225

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
1720	1720	3440

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	235	360	

Dimensiones en mm

b = 200

t = 6

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

**Aclaración de notaciones**

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:3}) = 16,97 \times 10^3 / (3660 \times 235 / 1,05) + 46,27 \times 10^6 / \{1 \times 225000 \times 235 / 1,05\} = 0,940$  (210 N/mm<sup>2</sup>)

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 a cortante

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 24230,72$  N      Combinación :3

Area eficaz a corte :  $A_{y,v} = 2330,03$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 2330,03 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 301078$  N

$i(3) = 24231 / 301078 = 0,08$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

##### Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N      Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,v} = 0$  mm<sup>2</sup>

$i(1) = 0 / 0 = 0$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

Sección : 0 / 20

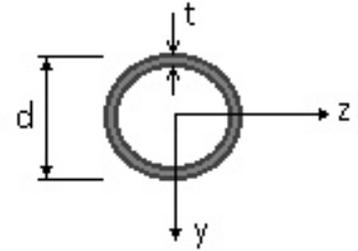
#### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 94 %

#### Barra : 2

Tubo Circular. Tamaño : 100.5

Material : Acero S-235



Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
14,9	33,8	33,8	45	45

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
169	169	238

Módulos de elasticidad y Resistencias N/mm <sup>2</sup>			
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>
210000	80769,2	235	360

Dimensiones en mm

b = 100

t = 5

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / K^2)^{1/2} \}$ ;       $K = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / K^2)^{1/2} \}$ ;       $K = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAIXIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:10}) = 11,84 \times 10^3 / (1490 \times 235 / 1,05) + 8,38 \times 10^6 / \{1 \times 45000 \times 235 / 1,05\} = 0,867$  (194 N/mm<sup>2</sup>)

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 a cortante

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 7174,12$  N      Combinación :10

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 948,56$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 948,56 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 122570$  N

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

$i(10) = 7174 / 122570 = 0,059$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0$  mm<sup>2</sup>

$i(1) = 0 / 0 = 0$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

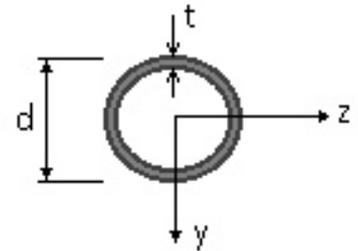
### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 87 %

### Barra : 3

Tubo Circular. Tamaño : 100.4

Material : Acero S-235



Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
12,4	27,8	27,8	36	36

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
139	139	278

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	235	360	

Dimensiones en mm

b = 100

t = 4

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

**Aclaración de notaciones**

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL** (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:7}) = 24,7 \times 10^3 / (1240 \times 235 / 1,05) + 3,64 \times 10^6 / \{1 \times 36000 \times 235 / 1,05\} = 0,541$  (121 N/mm<sup>2</sup>)

Sección : 0 / 20      Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1      Eje ppal. z=1

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

#### Comprobación a cortante

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 4522,05 \text{ N}$  Combinación :10

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 789,41 \text{ mm}^2$

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 789,41 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 102005 \text{ N}$

$i(10) = 4522 / 102005 = 0,044$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

#### Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0 \text{ N}$  Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0 \text{ mm}^2$

$i(1) = 0 / 0 = 0$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

#### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 55 %

#### Barra : 4

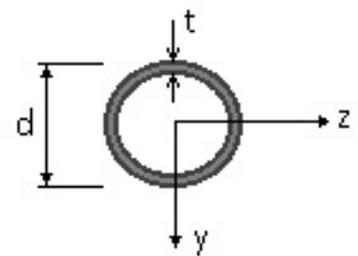
Tubo Circular. Tamaño : 100.4

Material : Acero S-235

Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> ,cm <sup>4</sup> .)				
Area	$W_{el,z}$	$W_{el,y}$	$W_{pl,z}$	$W_{pl,y}$
12,4	27,8	27,8	36	36

$I_z$	$I_y$	$I_{tor}$
139	139	278

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	$f_y$	$f_u$	
210000	80769,2	235	360	



Dimensiones en mm

b = 100

t = 4

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAIXIAL** (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

$i(\text{Comb.:3}) = 26,36 \times 10^3 / (1240 \times 235 / 1,05) + 2,51 \times 10^6 / \{1 \times 36000 \times 235 / 1,05\} = 0,407$  (91 N/mm<sup>2</sup>)

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 a cortante**

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 3469,75$  N      Combinación :7

Area eficaz a corte :  $A_{y,v} = 789,41$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 789,41 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 102005$  N

$i(7) = 3470 / 102005 = 0,034$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N      Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,v} = 0$  mm<sup>2</sup>

$i(1) = 0 / 0 = 0$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 41 %

**Barra : 5**

Tubo Circular. Tamaño : 90.3

Material : Acero S-235

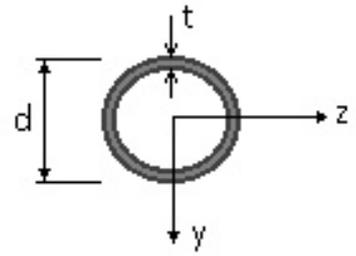
<b>Características mecánicas</b> (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
<b>Area</b>	<b>W<sub>el,z</sub></b>	<b>W<sub>el,y</sub></b>	<b>W<sub>pl,z</sub></b>	<b>W<sub>pl,y</sub></b>
8,19	17,3	17,3	22	22

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

$I_z$	$I_y$	$I_{tor}$
77,6	77,6	155



Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	235	360	

Dimensiones en mm

b = 90

t = 3

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:10}) = 9,03 \times 10^3 / (819 \times 235 / 1,05) + 2,81 \times 10^6 / \{1 \times 22000 \times 235 / 1,05\} = 0,620$  (139 N/mm<sup>2</sup>)

Sección : 8 / 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 :  $V_{y,Ed} = 2237,92$  N      Combinación :3

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 521,39$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 521,39 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 67372$  N

$i(3) = 2238 / 67372 = 0,033$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

##### Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N      Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0$  mm<sup>2</sup>

$i(1) = 0 / 0 = 0$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

Sección : 0 / 20

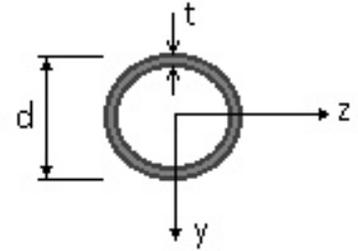
#### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 63 %

#### Barra : 6

Tubo Circular. Tamaño : 70.3

Material : Acero S-235



Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
6,31	10,1	10,1	13	13

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
35,5	35,5	71

Módulos de elasticidad y Resistencias N/mm <sup>2</sup>			
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>
210000	80769,2	235	360

Dimensiones en mm

b = 70

t = 3

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / K^2) \}^{1/2}$ ;       $K = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / K^2) \}^{1/2}$ ;       $K = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAIXIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:10}) = 8,9 \times 10^3 / (631 \times 235 / 1,05) + 2,36 \times 10^6 / \{1 \times 13000 \times 235 / 1,05\} = 0,876$  (196 N/mm<sup>2</sup>)

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 a cortante

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 2414,86$  N      Combinación :10

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 401,71$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 401,71 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 51907$  N

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

$i(10) = 2415 / 51907 = 0,0465$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 20 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0$  mm<sup>2</sup>

$i(1) = 0 / 0 = 0$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

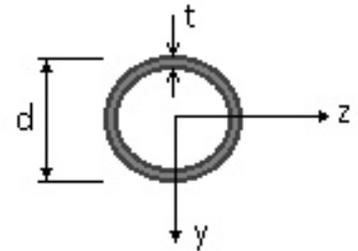
### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 88 %

#### Barra : 7

Tubo Circular. Tamaño : 90.3

Material : Acero S-235



Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	$W_{el,z}$	$W_{el,y}$	$W_{pl,z}$	$W_{pl,y}$
8,19	17,3	17,3	22	22

$I_z$	$I_y$	$I_{tor}$
77,6	77,6	155

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	$f_y$	$f_u$	
210000	80769,2	235	360	

Dimensiones en mm

$b = 90$

$t = 3$

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

**Aclaración de notaciones**

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL** (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:3}) = 24,09 \times 10^3 / (819 \times 235 / 1,05) + 1,15 \times 10^6 / \{1 \times 22000 \times 235 / 1,05\} = 0,365$  (82 N/mm<sup>2</sup>)

Sección : 14 / 20      Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1      Eje ppal. z=1

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Invernadero

#### COMPROBACION DE BARRAS.

CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

#### Comprobación a cortante

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 2445,42 \text{ N}$  Combinación :10

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 521,39 \text{ mm}^2$

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 521,39 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 67372 \text{ N}$

$i(10) = 2445 / 67372 = 0,036$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 20 / 20

#### Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0 \text{ N}$  Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0 \text{ mm}^2$

$i(1) = 0 / 0 = 0$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

#### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 37 %

#### Barra : 8

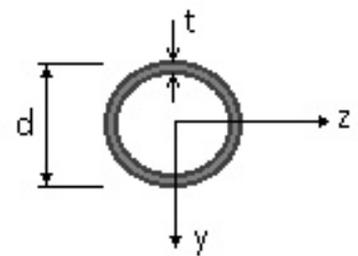
Tubo Circular. Tamaño : 90.3

Material : Acero S-235

Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> ,cm <sup>4</sup> .)				
Area	$W_{el,z}$	$W_{el,y}$	$W_{pl,z}$	$W_{pl,y}$
8,19	17,3	17,3	22	22

$I_z$	$I_y$	$I_{tor}$
77,6	77,6	155

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	$f_y$	$f_u$	
210000	80769,2	235	360	



Dimensiones en mm

b = 90

t = 3

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAxIAL** (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

$i(\text{Comb.:10}) = 9,01 \times 10^3 / (819 \times 235 / 1,05) + 2,27 \times 10^6 / \{1 \times 22000 \times 235 / 1,05\} = 0,510$  (114 N/mm<sup>2</sup>)

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 a cortante**

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 2301,16$  N      Combinación :6

Area eficaz a corte :  $A_{y,v} = 521,39$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 521,39 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 67372$  N

$i(6) = 2301 / 67372 = 0,034$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N      Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,v} = 0$  mm<sup>2</sup>

$i(1) = 0 / 0 = 0$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 52 %

**Barra : 9**

Tubo Circular. Tamaño : 90.3

Material : Acero S-235

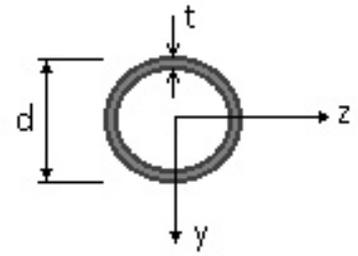
<b>Características mecánicas</b> (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
<b>Area</b>	<b>W<sub>el,z</sub></b>	<b>W<sub>el,y</sub></b>	<b>W<sub>pl,z</sub></b>	<b>W<sub>pl,y</sub></b>
8,19	17,3	17,3	22	22

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

$I_z$	$I_y$	$I_{tor}$
77,6	77,6	155



Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	235	360	

Dimensiones en mm

b = 90

t = 3

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:10}) = 9,04 \times 10^3 / (819 \times 235 / 1,05) + 2,27 \times 10^6 / \{1 \times 22000 \times 235 / 1,05\} = 0,511$  (114 N/mm<sup>2</sup>)

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 a cortante

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 1974,43$  N      Combinación :6

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 521,39$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 521,39 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 67372$  N

$i(6) = 1974 / 67372 = 0,0293$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 20 / 20

##### Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N      Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0$  mm<sup>2</sup>

$i(1) = 0 / 0 = 0$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

Sección : 0 / 20

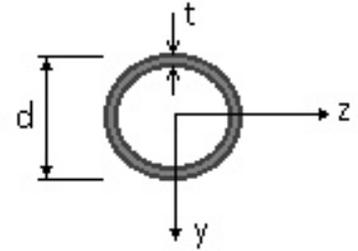
#### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 52 %

#### Barra : 10

Tubo Circular. Tamaño : 90.3

Material : Acero S-235



Características mecánicas		(cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)		
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
8,19	17,3	17,3	22	22

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
77,6	77,6	155

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	235	360	

Dimensiones en mm

b = 90

t = 3

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAxIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:10}) = 9,14 \times 10^3 / (819 \times 235 / 1,05) + 1,78 \times 10^6 / \{1 \times 22000 \times 235 / 1,05\} = 0,411$  (92 N/mm<sup>2</sup>)

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 a cortante

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 1913,71$  N      Combinación :6

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 521,39$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 521,39 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 67372$  N

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

i(6) = 1914 / 67372 = 0,0284 Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 20 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0$  mm<sup>2</sup>

i(1) = 0 / 0 = 0 Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

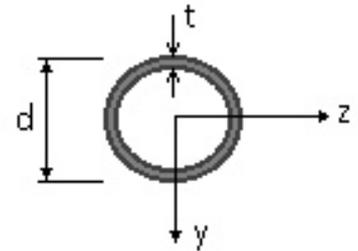
### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 42 %

#### Barra : 11

Tubo Circular. Tamaño : 70.3

Material : Acero S-235



Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
6,31	10,1	10,1	13	13

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
35,5	35,5	71

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	235	360	

Dimensiones en mm

b = 70

t = 3

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{or} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

**Aclaración de notaciones**

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:2) = 22,25 x 10<sup>3</sup> / ( 631 x 235 / 1,05) + 1,01 x 10<sup>6</sup> / {1 x 13000 x 235 / 1,05} = 0,506 (113 N/mm<sup>2</sup>)

Sección : 20 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

#### Comprobación a cortante

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 2143,78 \text{ N}$  Combinación :3

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 401,71 \text{ mm}^2$

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 401,71 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 51907 \text{ N}$

$i(3) = 2144 / 51907 = 0,041$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 20 / 20

#### Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0 \text{ N}$  Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0 \text{ mm}^2$

$i(1) = 0 / 0 = 0$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

#### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 51 %

#### Barra : 12

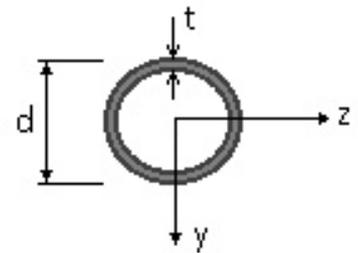
Tubo Circular. Tamaño : 90.3

Material : Acero S-235

Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> ,cm <sup>4</sup> .)				
Area	$W_{el,z}$	$W_{el,y}$	$W_{pl,z}$	$W_{pl,y}$
8,19	17,3	17,3	22	22

$I_z$	$I_y$	$I_{tor}$
77,6	77,6	155

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	$f_y$	$f_u$	
210000	80769,2	235	360	



Dimensiones en mm

b = 90

t = 3

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAxIAL** (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

$i(\text{Comb.:3}) = 27,52 \times 10^3 / (819 \times 235 / 1,05) + 1,05 \times 10^6 / \{1 \times 22000 \times 235 / 1,05\} = 0,363$  (81 N/mm<sup>2</sup>)

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 a cortante**

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 1768,2$  N      Combinación :14

Area eficaz a corte :  $A_{y,v} = 521,39$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 521,39 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 67372$  N

$i(14) = 1768 / 67372 = 0,026$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N      Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,v} = 0$  mm<sup>2</sup>

$i(1) = 0 / 0 = 0$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 37 %

**Barra : 13**

Tubo Circular. Tamaño : 90.3

Material : Acero S-235

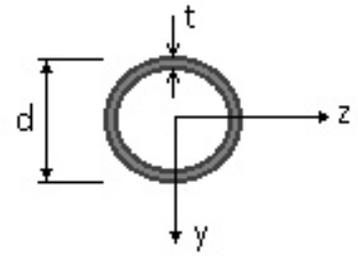
<b>Características mecánicas</b> (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> ,cm <sup>4</sup> .)				
<b>Area</b>	<b>W<sub>el,z</sub></b>	<b>W<sub>el,y</sub></b>	<b>W<sub>pl,z</sub></b>	<b>W<sub>pl,y</sub></b>
8,19	17,3	17,3	22	22

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

$I_z$	$I_y$	$I_{tor}$
77,6	77,6	155



Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	235	360	

Dimensiones en mm

b = 90

t = 3

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:14}) = 25,3 \times 10^3 / (819 \times 235 / 1,05) + 1,49 \times 10^6 / \{1 \times 22000 \times 235 / 1,05\} = 0,441$  (99 N/mm<sup>2</sup>)

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 a cortante

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 2519,46$  N      Combinación :14

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 521,39$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 521,39 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 67372$  N

$i(14) = 2519 / 67372 = 0,0374$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 20 / 20

##### Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N      Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0$  mm<sup>2</sup>

$i(1) = 0 / 0 = 0$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

Sección : 0 / 20

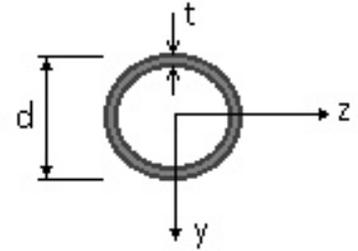
#### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 45 %

#### Barra : 14

Tubo Circular. Tamaño : 200.6

Material : Acero S-235



Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
36,6	172	172	225	225

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
1720	1720	3440

Módulos de elasticidad y Resistencias N/mm <sup>2</sup>			
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>
210000	80769,2	235	360

Dimensiones en mm

b = 200

t = 6

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / K^2)^{1/2} \}$ ;       $K = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / K^2)^{1/2} \}$ ;       $K = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAxIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:10}) = 19,63 \times 10^3 / (3660 \times 235 / 1,05) + 21,09 \times 10^6 / \{1 \times 225000 \times 235 / 1,05\} = 0,443$  (99 N/mm<sup>2</sup>)

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 a cortante

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 5375,25$  N      Combinación :13

Area eficaz a corte :  $A_{y,v} = 2330,03$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 2330,03 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 301078$  N

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

$i(13) = 5375 / 301078 = 0,018$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0$  mm<sup>2</sup>

$i(1) = 0 / 0 = 0$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

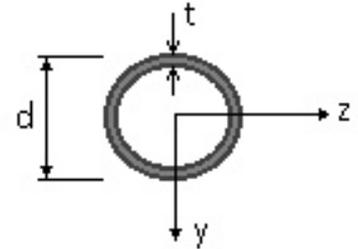
### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 45 %

#### Barra : 15

Tubo Circular. Tamaño : 100.6

Material : Acero S-235



Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	$W_{el,z}$	$W_{el,y}$	$W_{pl,z}$	$W_{pl,y}$
17,7	39,3	39,3	53	53

$I_z$	$I_y$	$I_{tor}$
196	196	393

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	$f_y$	$f_u$	
210000	80769,2	235	360	

Dimensiones en mm

$b = 100$

$t = 6$

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

**Aclaración de notaciones**

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL** (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:10}) = 9,92 \times 10^3 / (1770 \times 235 / 1,05) + 10,54 \times 10^6 / \{1 \times 53000 \times 235 / 1,05\} = 0,913$  (204 N/mm<sup>2</sup>)

Sección : 0 / 20      Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1      Eje ppal. z=1

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

#### Comprobación a cortante

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 8222,82 \text{ N}$  Combinación :10

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 1126,82 \text{ mm}^2$

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 1126,82 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 145603 \text{ N}$

$i(10) = 8223 / 145603 = 0,056$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

#### Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0 \text{ N}$  Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0 \text{ mm}^2$

$i(1) = 0 / 0 = 0$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

#### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 92 %

#### Barra : 16

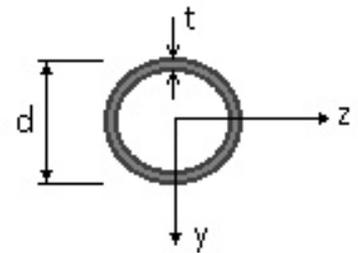
Tubo Circular. Tamaño : 90.3

Material : Acero S-235

Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> ,cm <sup>4</sup> .)				
Area	$W_{el,z}$	$W_{el,y}$	$W_{pl,z}$	$W_{pl,y}$
8,19	17,3	17,3	22	22

$I_z$	$I_y$	$I_{tor}$
77,6	77,6	155

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	$f_y$	$f_u$	
210000	80769,2	235	360	



Dimensiones en mm

$b = 90$

$t = 3$

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAxIAL** (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

$i(\text{Comb.:7}) = 23,67 \times 10^3 / (819 \times 235 / 1,05) + 3,22 \times 10^6 / \{1 \times 22000 \times 235 / 1,05\} = 0,783$  (175 N/mm<sup>2</sup>)

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 a cortante**

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 5347,54$  N      Combinación :10

Area eficaz a corte :  $A_{y,v} = 521,39$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 521,39 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 67372$  N

$i(10) = 5348 / 67372 = 0,08$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N      Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,v} = 0$  mm<sup>2</sup>

$i(1) = 0 / 0 = 0$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 79 %

**Barra : 17**

Tubo Circular. Tamaño : 90.3

Material : Acero S-235

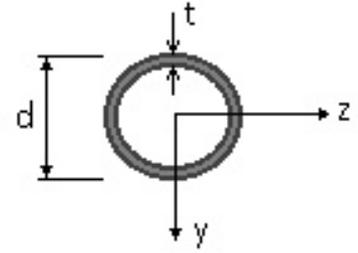
<b>Características mecánicas</b> (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> ,cm <sup>4</sup> .)				
<b>Area</b>	<b>W<sub>el,z</sub></b>	<b>W<sub>el,y</sub></b>	<b>W<sub>pl,z</sub></b>	<b>W<sub>pl,y</sub></b>
8,19	17,3	17,3	22	22

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

$I_z$	$I_y$	$I_{tor}$
77,6	77,6	155



Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	235	360	

Dimensiones en mm

b = 90

t = 3

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:10}) = 7,14 \times 10^3 / (819 \times 235 / 1,05) + 3,35 \times 10^6 / \{1 \times 22000 \times 235 / 1,05\} = 0,720$  (161 N/mm<sup>2</sup>)

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 a cortante

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 3761,34$  N      Combinación : 7

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 521,39$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 521,39 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 67372$  N

$i(7) = 3761 / 67372 = 0,056$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

##### Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N      Combinación : 1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0$  mm<sup>2</sup>

$i(1) = 0 / 0 = 0$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

Sección : 0 / 20

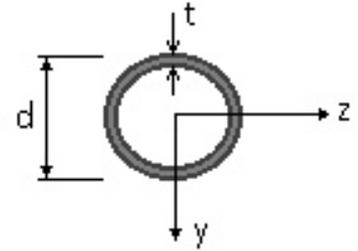
#### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 72 %

#### Barra : 18

Tubo Circular. Tamaño : 90.3

Material : Acero S-235



Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
8,19	17,3	17,3	22	22

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
77,6	77,6	155

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	235	360	

Dimensiones en mm

b = 90

t = 3

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAxIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:10}) = 6,92 \times 10^3 / (819 \times 235 / 1,05) + 3,75 \times 10^6 / \{1 \times 22000 \times 235 / 1,05\} = 0,799$  (179 N/mm<sup>2</sup>)

Sección : 11 / 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 :  $V_{y,Ed} = 2170,59$  N      Combinación :7

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 521,39$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 521,39 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 67372$  N

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

$i(7) = 2171 / 67372 = 0,032$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0$  mm<sup>2</sup>

$i(1) = 0 / 0 = 0$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

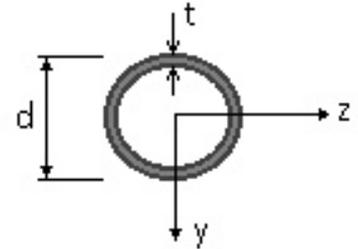
### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 80 %

#### Barra : 19

Tubo Circular. Tamaño : 90.3

Material : Acero S-235



Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	$W_{el,z}$	$W_{el,y}$	$W_{pl,z}$	$W_{pl,y}$
8,19	17,3	17,3	22	22

$I_z$	$I_y$	$I_{tor}$
77,6	77,6	155

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	$f_y$	$f_u$	
210000	80769,2	235	360	

Dimensiones en mm

$b = 90$

$t = 3$

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

**Aclaración de notaciones**

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:10}) = 6,82 \times 10^3 / (819 \times 235 / 1,05) + 3,54 \times 10^6 / \{1 \times 22000 \times 235 / 1,05\} = 0,756$  (169 N/mm<sup>2</sup>)

Sección : 0 / 20      Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1      Eje ppal. z=1

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

#### Comprobación a cortante

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 2169,62 \text{ N}$  Combinación :10

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 521,39 \text{ mm}^2$

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 521,39 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 67372 \text{ N}$

$i(10) = 2170 / 67372 = 0,032$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 20 / 20

#### Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0 \text{ N}$  Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0 \text{ mm}^2$

$i(1) = 0 / 0 = 0$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

#### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 76 %

#### Barra : 20

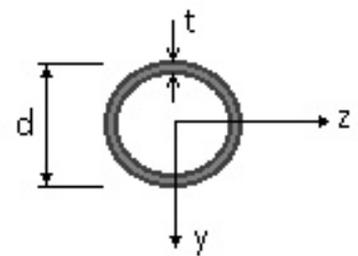
Tubo Circular. Tamaño : 90.3

Material : Acero S-235

Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> ,cm <sup>4</sup> .)				
Area	$W_{el,z}$	$W_{el,y}$	$W_{pl,z}$	$W_{pl,y}$
8,19	17,3	17,3	22	22

$I_z$	$I_y$	$I_{tor}$
77,6	77,6	155

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	$f_y$	$f_u$	
210000	80769,2	235	360	



Dimensiones en mm

b = 90

t = 3

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAIXIAL** (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

$i(\text{Comb.:7}) = 20,34 \times 10^3 / (819 \times 235 / 1,05) + 2,35 \times 10^6 / \{1 \times 22000 \times 235 / 1,05\} = 0,589$  (132 N/mm<sup>2</sup>)

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 a cortante**

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 2529,35$  N      Combinación :7

Area eficaz a corte :  $A_{y,v} = 521,39$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 521,39 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 67372$  N

$i(7) = 2529 / 67372 = 0,0375$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N      Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,v} = 0$  mm<sup>2</sup>

$i(1) = 0 / 0 = 0$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 59 %

**Barra : 21**

Tubo Circular. Tamaño : 90.3

Material : Acero S-235

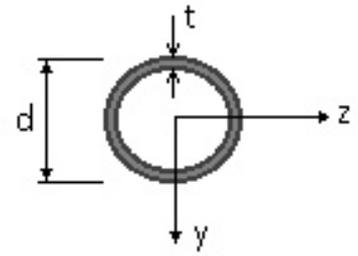
<b>Características mecánicas</b> (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
<b>Area</b>	<b>W<sub>el,z</sub></b>	<b>W<sub>el,y</sub></b>	<b>W<sub>pl,z</sub></b>	<b>W<sub>pl,y</sub></b>
8,19	17,3	17,3	22	22

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

$I_z$	$I_y$	$I_{tor}$
77,6	77,6	155



Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	235	360	

Dimensiones en mm

b = 90

t = 3

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAxIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:6}) = 18,36 \times 10^3 / (819 \times 235 / 1,05) + 1,28 \times 10^6 / \{1 \times 22000 \times 235 / 1,05\} = 0,360$  (81 N/mm<sup>2</sup>)

Sección : 14 / 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 :  $V_{y,Ed} = 2193,11$  N      Combinación :6

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 521,39$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 521,39 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 67372$  N

$i(6) = 2193 / 67372 = 0,0326$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

##### Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N      Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0$  mm<sup>2</sup>

$i(1) = 0 / 0 = 0$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

Sección : 0 / 20

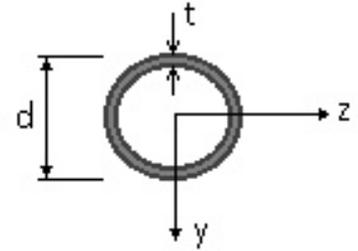
#### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 37 %

#### Barra : 22

Tubo Circular. Tamaño : 70.3

Material : Acero S-235



Características mecánicas		(cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)		
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
6,31	10,1	10,1	13	13

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
35,5	35,5	71

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	235	360	

Dimensiones en mm

b = 70

t = 3

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAxIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:6}) = 18,54 \times 10^3 / (631 \times 235 / 1,05) + 1,21 \times 10^6 / \{1 \times 13000 \times 235 / 1,05\} = 0,546$  (122 N/mm<sup>2</sup>)

Sección : 5 / 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 :  $V_{y,Ed} = 1978,9$  N      Combinación : 6

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 401,71$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 401,71 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 51907$  N

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

i(6) = 1979 / 51907 = 0,038 Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 20 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N Combinación : 1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0$  mm<sup>2</sup>

i(1) = 0 / 0 = 0 Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

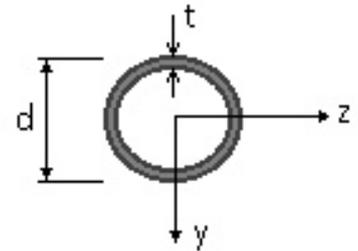
### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 55 %

#### Barra : 23

Tubo Circular. Tamaño : 70.3

Material : Acero S-235



Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	$W_{el,z}$	$W_{el,y}$	$W_{pl,z}$	$W_{pl,y}$
6,31	10,1	10,1	13	13

$I_z$	$I_y$	$I_{tor}$
35,5	35,5	71

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	$f_y$	$f_u$	
210000	80769,2	235	360	

Dimensiones en mm

b = 70

t = 3

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

**Aclaración de notaciones**

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:7) = 21,54 x 10<sup>3</sup> / ( 631 x 235 / 1,05) + 1,35 x 10<sup>6</sup> / {1 x 13000 x 235 / 1,05} = 0,617 (138 N/mm<sup>2</sup>)

Sección : 20 / 20      Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1      Eje ppal. z=1

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Invernadero

#### COMPROBACION DE BARRAS.

CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

#### Comprobación a cortante

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 1805,34 \text{ N}$  Combinación :6

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 401,71 \text{ mm}^2$

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 401,71 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 51907 \text{ N}$

$i(6) = 1805 / 51907 = 0,035$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 20 / 20

#### Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0 \text{ N}$  Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0 \text{ mm}^2$

$i(1) = 0 / 0 = 0$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

#### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 62 %

#### Barra : 24

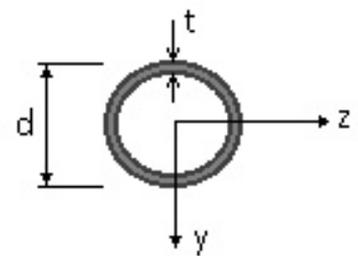
Tubo Circular. Tamaño : 90.3

Material : Acero S-235

Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> ,cm <sup>4</sup> .)				
Area	$W_{el,z}$	$W_{el,y}$	$W_{pl,z}$	$W_{pl,y}$
8,19	17,3	17,3	22	22

$I_z$	$I_y$	$I_{tor}$
77,6	77,6	155

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	$f_y$	$f_u$	
210000	80769,2	235	360	



Dimensiones en mm

b = 90

t = 3

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAIXIAL** (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

$i(\text{Comb.:7}) = 22,47 \times 10^3 / (819 \times 235 / 1,05) + 2,08 \times 10^6 / \{1 \times 22000 \times 235 / 1,05\} = 0,544$  (122 N/mm<sup>2</sup>)

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 a cortante**

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 1937,82$  N      Combinación :7

Area eficaz a corte :  $A_{y,v} = 521,39$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 521,39 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 67372$  N

$i(7) = 1938 / 67372 = 0,029$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N      Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,v} = 0$  mm<sup>2</sup>

$i(1) = 0 / 0 = 0$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 55 %

**Barra : 25**

Tubo Circular. Tamaño : 90.3

Material : Acero S-235

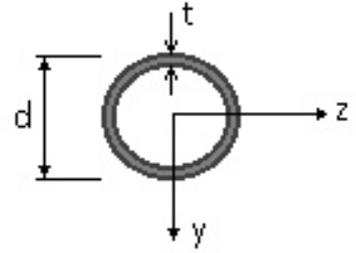
<b>Características mecánicas</b> (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
<b>Area</b>	<b>W<sub>el,z</sub></b>	<b>W<sub>el,y</sub></b>	<b>W<sub>pl,z</sub></b>	<b>W<sub>pl,y</sub></b>
8,19	17,3	17,3	22	22

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

$I_z$	$I_y$	$I_{tor}$
77,6	77,6	155



Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	235	360	

Dimensiones en mm

b = 90

t = 3

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAxIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:7}) = 23,74 \times 10^3 / (819 \times 235 / 1,05) + 2,34 \times 10^6 / \{1 \times 22000 \times 235 / 1,05\} = 0,604$  (135 N/mm<sup>2</sup>)

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 a cortante

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 1601,64$  N      Combinación :14

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 521,39$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 521,39 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 67372$  N

$i(14) = 1602 / 67372 = 0,024$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

##### Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N      Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0$  mm<sup>2</sup>

$i(1) = 0 / 0 = 0$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

Sección : 0 / 20

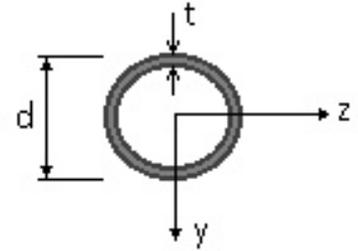
#### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 61 %

#### Barra : 26

Tubo Circular. Tamaño : 90.3

Material : Acero S-235



Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
8,19	17,3	17,3	22	22

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
77,6	77,6	155

Módulos de elasticidad y Resistencias N/mm <sup>2</sup>			
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>
210000	80769,2	235	360

Dimensiones en mm

b = 90

t = 3

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAIXIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:10}) = 9,7 \times 10^3 / (819 \times 235 / 1,05) + 3,33 \times 10^6 / \{1 \times 22000 \times 235 / 1,05\} = 0,729$  (163 N/mm<sup>2</sup>)

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 a cortante

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 2220,14$  N      Combinación :2

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 521,39$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 521,39 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 67372$  N

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

i(2) = 2220 / 67372 = 0,033 Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N Combinación : 1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0$  mm<sup>2</sup>

i(1) = 0 / 0 = 0 Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

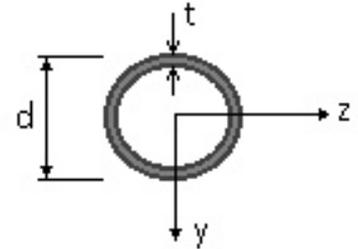
### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 73 %

#### Barra : 27

Tubo Circular. Tamaño : 70.3

Material : Acero S-235



Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	$W_{el,z}$	$W_{el,y}$	$W_{pl,z}$	$W_{pl,y}$
6,31	10,1	10,1	13	13

$I_z$	$I_y$	$I_{tor}$
35,5	35,5	71

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	$f_y$	$f_u$	
210000	80769,2	235	360	

Dimensiones en mm

b = 70

t = 3

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:10) = 18,7 x 10<sup>3</sup> / ( 631 x 235 / 1,05) + 1,41 x 10<sup>6</sup> / {1 x 13000 x 235 / 1,05} = 0,617 (138 N/mm<sup>2</sup>)

Sección : 20 / 20      Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1      Eje ppal. z=1

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

#### Comprobación a cortante

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 378 \text{ N}$  Combinación :6

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 401,71 \text{ mm}^2$

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 401,71 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 51907 \text{ N}$

$i(6) = 378 / 51907 = 0,0073$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

#### Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0 \text{ N}$  Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0 \text{ mm}^2$

$i(1) = 0 / 0 = 0$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 62 %

#### Barra : 28

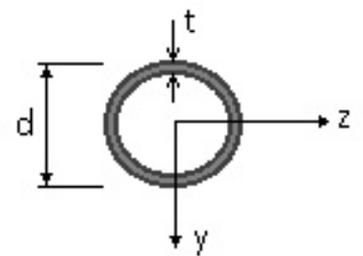
Tubo Circular. Tamaño : 90.3

Material : Acero S-235

Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> ,cm <sup>4</sup> .)				
Area	$W_{el,z}$	$W_{el,y}$	$W_{pl,z}$	$W_{pl,y}$
8,19	17,3	17,3	22	22

$I_z$	$I_y$	$I_{tor}$
77,6	77,6	155

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	$f_y$	$f_u$	
210000	80769,2	235	360	



Dimensiones en mm

b = 90

t = 3

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAIXIAL** (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

$i(\text{Comb.:10}) = 12,18 \times 10^3 / (819 \times 235 / 1,05) + 4,09 \times 10^6 / \{1 \times 22000 \times 235 / 1,05\} = 0,897$  (201 N/mm<sup>2</sup>)

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 a cortante**

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 6549,55$  N      Combinación :10

Area eficaz a corte :  $A_{y,v} = 521,39$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 521,39 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 67372$  N

$i(10) = 6550 / 67372 = 0,097$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N      Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,v} = 0$  mm<sup>2</sup>

$i(1) = 0 / 0 = 0$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 90 %

**Barra : 29**

Tubo Circular. Tamaño : 90.3

Material : Acero S-235

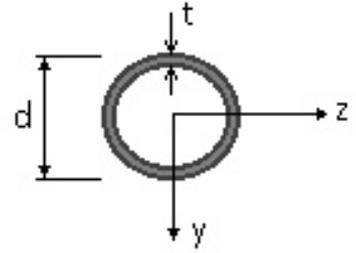
<b>Características mecánicas</b> (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> ,cm <sup>4</sup> .)				
<b>Area</b>	<b>W<sub>el,z</sub></b>	<b>W<sub>el,y</sub></b>	<b>W<sub>pl,z</sub></b>	<b>W<sub>pl,y</sub></b>
8,19	17,3	17,3	22	22

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

$I_z$	$I_y$	$I_{tor}$
77,6	77,6	155



Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	235	360	

Dimensiones en mm

b = 90

t = 3

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:10}) = 10,53 \times 10^3 / (819 \times 235 / 1,05) + 3,97 \times 10^6 / \{1 \times 22000 \times 235 / 1,05\} = 0,863$  (193 N/mm<sup>2</sup>)

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 a cortante

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 3828,55$  N      Combinación :10

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 521,39$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 521,39 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 67372$  N

$i(10) = 3829 / 67372 = 0,057$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

##### Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N      Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0$  mm<sup>2</sup>

$i(1) = 0 / 0 = 0$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

Sección : 0 / 20

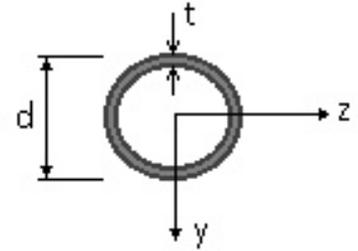
#### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 87 %

#### Barra : 30

Tubo Circular. Tamaño : 90.4

Material : Acero S-235



Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
10,8	22,3	22,3	29	29

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
100	100	200

Módulos de elasticidad y Resistencias N/mm <sup>2</sup>			
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>
210000	80769,2	235	360

Dimensiones en mm

b = 90

t = 4

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / K^2)^{1/2} \}$ ;       $K = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / K^2)^{1/2} \}$ ;       $K = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAIXIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:10}) = 10,09 \times 10^3 / (1080 \times 235 / 1,05) + 4,76 \times 10^6 / \{1 \times 29000 \times 235 / 1,05\} = 0,775$  (174 N/mm<sup>2</sup>)

Sección : 15 / 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 :  $V_{y,Ed} = 2568,5$  N      Combinación : 7

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 687,55$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 687,55 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 88843$  N

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

i(7) = 2568 / 88843 = 0,029 Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0$  mm<sup>2</sup>

i(1) = 0 / 0 = 0 Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

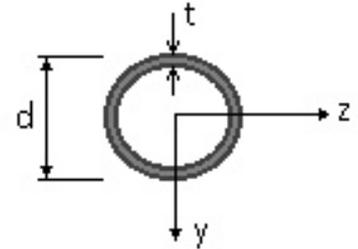
### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 78 %

#### Barra : 31

Tubo Circular. Tamaño : 90.4

Material : Acero S-235



Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
10,8	22,3	22,3	29	29

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
100	100	200

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	235	360	

Dimensiones en mm

b = 90

t = 4

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

**Aclaración de notaciones**

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL** (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:10) =  $9,98 \times 10^3 / (1080 \times 235 / 1,05) + 4,69 \times 10^6 / \{1 \times 29000 \times 235 / 1,05\} = 0,763$  (171 N/mm<sup>2</sup>)

Sección : 1 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

#### Comprobación a cortante

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 2213,01 \text{ N}$  Combinación :10

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 687,55 \text{ mm}^2$

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 687,55 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 88843 \text{ N}$

$i(10) = 2213 / 88843 = 0,025$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 20 / 20

#### Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0 \text{ N}$  Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0 \text{ mm}^2$

$i(1) = 0 / 0 = 0$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

#### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 77 %

#### Barra : 32

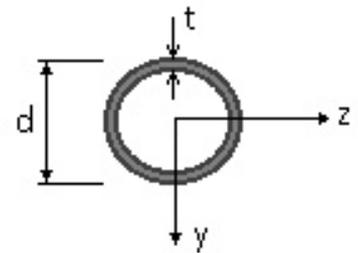
Tubo Circular. Tamaño : 90.3

Material : Acero S-235

Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> ,cm <sup>4</sup> .)				
Area	$W_{el,z}$	$W_{el,y}$	$W_{pl,z}$	$W_{pl,y}$
8,19	17,3	17,3	22	22

$I_z$	$I_y$	$I_{tor}$
77,6	77,6	155

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	$f_y$	$f_u$	
210000	80769,2	235	360	



Dimensiones en mm

$b = 90$

$t = 3$

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAIXIAL** (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

$i(\text{Comb.:10}) = 9,73 \times 10^3 / (819 \times 235 / 1,05) + 3,58 \times 10^6 / \{1 \times 22000 \times 235 / 1,05\} = 0,779$  (174 N/mm<sup>2</sup>)

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 a cortante**

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 3153,4$  N      Combinación :10

Area eficaz a corte :  $A_{y,v} = 521,39$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 521,39 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 67372$  N

$i(10) = 3153 / 67372 = 0,047$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N      Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,v} = 0$  mm<sup>2</sup>

$i(1) = 0 / 0 = 0$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 78 %

**Barra : 33**

Tubo Circular. Tamaño : 90.3

Material : Acero S-235

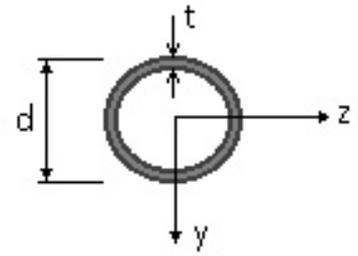
<b>Características mecánicas</b>		(cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)		
Area	$W_{el,z}$	$W_{el,y}$	$W_{pl,z}$	$W_{pl,y}$
8,19	17,3	17,3	22	22

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

$I_z$	$I_y$	$I_{tor}$
77,6	77,6	155



Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	235	360	

Dimensiones en mm

b = 90

t = 3

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:7}) = 22,41 \times 10^3 / (819 \times 235 / 1,05) + 1,56 \times 10^6 / \{1 \times 22000 \times 235 / 1,05\} = 0,440$  (98 N/mm<sup>2</sup>)

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 a cortante

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 3213,86$  N      Combinación : 7

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 521,39$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 521,39 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 67372$  N

$i(7) = 3214 / 67372 = 0,048$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 20 / 20

##### Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N      Combinación : 1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0$  mm<sup>2</sup>

$i(1) = 0 / 0 = 0$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

Sección : 0 / 20

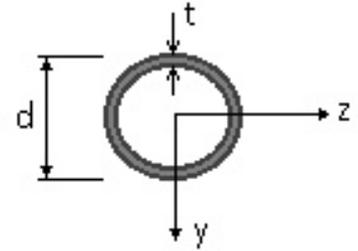
#### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 44 %

#### Barra : 34

Tubo Circular. Tamaño : 90.3

Material : Acero S-235



Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
8,19	17,3	17,3	22	22

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
77,6	77,6	155

Módulos de elasticidad y Resistencias N/mm <sup>2</sup>			
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>
210000	80769,2	235	360

Dimensiones en mm

b = 90

t = 3

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / K^2)^{1/2} \}$ ;       $K = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / K^2)^{1/2} \}$ ;       $K = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAxIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:10}) = 9,93 \times 10^3 / (819 \times 235 / 1,05) + 2,97 \times 10^6 / \{1 \times 22000 \times 235 / 1,05\} = 0,658$  (147 N/mm<sup>2</sup>)

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 a cortante

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 2235,95$  N      Combinación :13

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 521,39$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 521,39 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 67372$  N

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

$i(13) = 2236 / 67372 = 0,033$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0$  mm<sup>2</sup>

$i(1) = 0 / 0 = 0$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

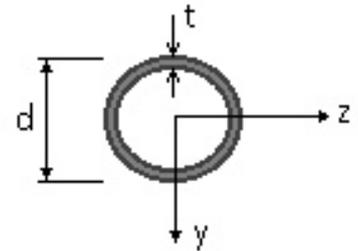
### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 66 %

#### Barra : 35

Tubo Circular. Tamaño : 90.3

Material : Acero S-235



Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
8,19	17,3	17,3	22	22

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
77,6	77,6	155

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	235	360	

Dimensiones en mm

b = 90

t = 3

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

**Aclaración de notaciones**

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL** (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:}10) = 10,03 \times 10^3 / (819 \times 235 / 1,05) + 2,98 \times 10^6 / \{1 \times 22000 \times 235 / 1,05\} = 0,660$  (148 N/mm<sup>2</sup>)

Sección : 0 / 20      Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1      Eje ppal. z=1

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

#### Comprobación a cortante

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 2038,43 \text{ N}$  Combinación :6

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 521,39 \text{ mm}^2$

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 521,39 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 67372 \text{ N}$

$i(6) = 2038 / 67372 = 0,03$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 20 / 20

#### Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0 \text{ N}$  Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0 \text{ mm}^2$

$i(1) = 0 / 0 = 0$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 67 %

#### Barra : 36

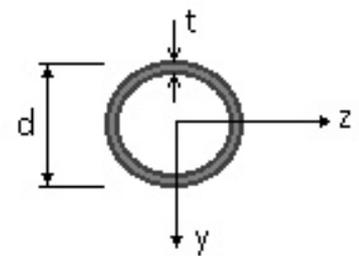
Tubo Circular. Tamaño : 90.3

Material : Acero S-235

Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> ,cm <sup>4</sup> .)				
Area	$W_{el,z}$	$W_{el,y}$	$W_{pl,z}$	$W_{pl,y}$
8,19	17,3	17,3	22	22

$I_z$	$I_y$	$I_{tor}$
77,6	77,6	155

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	$f_y$	$f_u$	
210000	80769,2	235	360	



Dimensiones en mm

b = 90

t = 3

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAIXIAL** (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

$i(\text{Comb.:7}) = 22,96 \times 10^3 / (819 \times 235 / 1,05) + 2,62 \times 10^6 / \{1 \times 22000 \times 235 / 1,05\} = 0,658$  (147 N/mm<sup>2</sup>)

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 a cortante**

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 1830,06$  N      Combinación :6

Area eficaz a corte :  $A_{y,v} = 521,39$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 521,39 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 67372$  N

$i(6) = 1830 / 67372 = 0,027$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N      Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,v} = 0$  mm<sup>2</sup>

$i(1) = 0 / 0 = 0$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 66 %

**Barra : 37**

Tubo Circular. Tamaño : 90.3

Material : Acero S-235

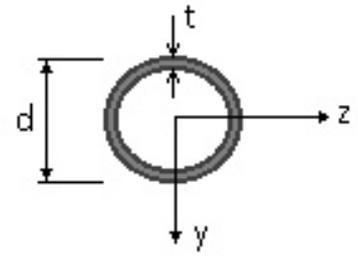
<b>Características mecánicas</b> (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
<b>Area</b>	<b>W<sub>el,z</sub></b>	<b>W<sub>el,y</sub></b>	<b>W<sub>pl,z</sub></b>	<b>W<sub>pl,y</sub></b>
8,19	17,3	17,3	22	22

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

$I_z$	$I_y$	$I_{tor}$
77,6	77,6	155



Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	235	360	

Dimensiones en mm

b = 90

t = 3

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAxIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:7}) = 23,62 \times 10^3 / (819 \times 235 / 1,05) + 2,54 \times 10^6 / \{1 \times 22000 \times 235 / 1,05\} = 0,644$  (144 N/mm<sup>2</sup>)

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 a cortante

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 1855,19$  N      Combinación :3

Area eficaz a corte :  $A_{y,v} = 521,39$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 521,39 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 67372$  N

$i(3) = 1855 / 67372 = 0,0275$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 20 / 20

##### Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N      Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,v} = 0$  mm<sup>2</sup>

$i(1) = 0 / 0 = 0$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

Sección : 0 / 20

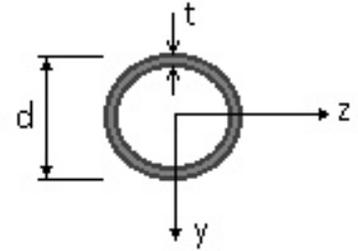
#### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 65 %

#### Barra : 38

Tubo Circular. Tamaño : 90.3

Material : Acero S-235



Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
8,19	17,3	17,3	22	22

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
77,6	77,6	155

Módulos de elasticidad y Resistencias N/mm <sup>2</sup>			
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>
210000	80769,2	235	360

Dimensiones en mm

b = 90

t = 3

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAxIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:7}) = 24,5 \times 10^3 / (819 \times 235 / 1,05) + 2,48 \times 10^6 / \{1 \times 22000 \times 235 / 1,05\} = 0,636$  (142 N/mm<sup>2</sup>)

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 a cortante

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 2033,37$  N      Combinación :7

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 521,39$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 521,39 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 67372$  N

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

i(7) = 2033 / 67372 = 0,03 Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0$  mm<sup>2</sup>

i(1) = 0 / 0 = 0 Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

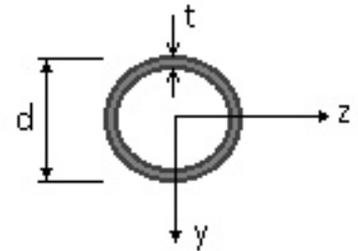
### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 64 %

#### Barra : 39

Tubo Circular. Tamaño : 90.3

Material : Acero S-235



Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
8,19	17,3	17,3	22	22

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
77,6	77,6	155

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	235	360	

Dimensiones en mm

b = 90

t = 3

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:7) = 25,65 x 10<sup>3</sup> / ( 819 x 235 / 1,05) + 1,54 x 10<sup>6</sup> / {1 x 22000 x 235 / 1,05} = 0,452 (101 N/mm<sup>2</sup>)

Sección : 0 / 20 Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1 Eje ppal. z=1

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Invernadero

#### COMPROBACION DE BARRAS.

CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

#### Comprobación a cortante

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 2555,27 \text{ N}$  Combinación :7

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 521,39 \text{ mm}^2$

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 521,39 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 67372 \text{ N}$

$i(7) = 2555 / 67372 = 0,038$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

#### Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0 \text{ N}$  Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0 \text{ mm}^2$

$i(1) = 0 / 0 = 0$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

#### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 46 %

#### Barra : 40

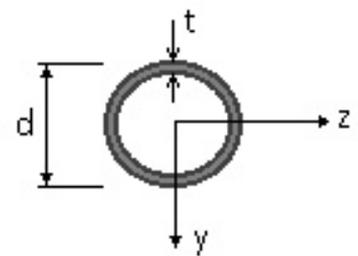
Tubo Circular. Tamaño : 90.3

Material : Acero S-235

Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> ,cm <sup>4</sup> .)				
Area	$W_{el,z}$	$W_{el,y}$	$W_{pl,z}$	$W_{pl,y}$
8,19	17,3	17,3	22	22

$I_z$	$I_y$	$I_{tor}$
77,6	77,6	155

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	$f_y$	$f_u$	
210000	80769,2	235	360	



Dimensiones en mm

b = 90

t = 3

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAxIAL** (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

$i(\text{Comb.:7}) = 32,9 \times 10^3 / (819 \times 235 / 1,05) + 3,34 \times 10^6 / \{1 \times 22000 \times 235 / 1,05\} = 0,858$  (192 N/mm<sup>2</sup>)

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 a cortante**

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 1024,41$  N      Combinación :7

Area eficaz a corte :  $A_{y,v} = 521,39$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 521,39 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 67372$  N

$i(7) = 1024 / 67372 = 0,0152$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N      Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,v} = 0$  mm<sup>2</sup>

$i(1) = 0 / 0 = 0$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 86 %

**Barra : 41**

Tubo Circular. Tamaño : 70.3

Material : Acero S-235

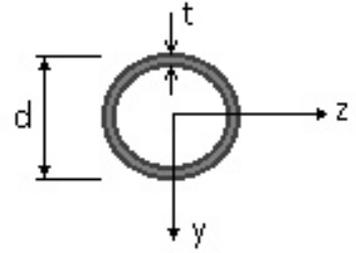
<b>Características mecánicas</b> (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
<b>Area</b>	<b>W<sub>el,z</sub></b>	<b>W<sub>el,y</sub></b>	<b>W<sub>pl,z</sub></b>	<b>W<sub>pl,y</sub></b>
6,31	10,1	10,1	13	13

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

$I_z$	$I_y$	$I_{tor}$
35,5	35,5	71



Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	235	360	

Dimensiones en mm

b = 70

t = 3

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAxIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:10}) = 14,36 \times 10^3 / (631 \times 235 / 1,05) + 2,08 \times 10^6 / \{1 \times 13000 \times 235 / 1,05\} = 0,818$  (183 N/mm<sup>2</sup>)

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 a cortante

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 5490,55$  N      Combinación :10

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 401,71$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 401,71 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 51907$  N

$i(10) = 5491 / 51907 = 0,106$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

##### Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N      Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0$  mm<sup>2</sup>

$i(1) = 0 / 0 = 0$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

Sección : 0 / 20

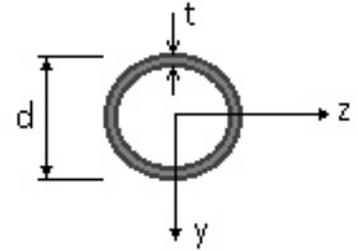
#### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 82 %

#### Barra : 42

Tubo Circular. Tamaño : 90.3

Material : Acero S-235



Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
8,19	17,3	17,3	22	22

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
77,6	77,6	155

Módulos de elasticidad y Resistencias N/mm <sup>2</sup>			
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>
210000	80769,2	235	360

Dimensiones en mm

b = 90

t = 3

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / K^2)^{1/2} \}$ ;       $K = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / K^2)^{1/2} \}$ ;       $K = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAIXIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:10}) = 12,83 \times 10^3 / (819 \times 235 / 1,05) + 3,65 \times 10^6 / \{1 \times 22000 \times 235 / 1,05\} = 0,811$  (181 N/mm<sup>2</sup>)

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 a cortante

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 2872,69$  N      Combinación :10

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 521,39$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 521,39 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 67372$  N

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

$i(10) = 2873 / 67372 = 0,043$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0$  mm<sup>2</sup>

$i(1) = 0 / 0 = 0$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

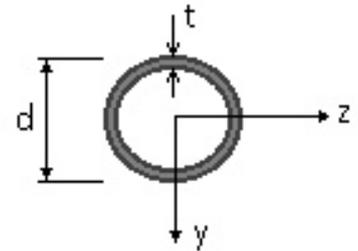
### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 82 %

#### Barra : 43

Tubo Circular. Tamaño : 90.3

Material : Acero S-235



Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	$W_{el,z}$	$W_{el,y}$	$W_{pl,z}$	$W_{pl,y}$
8,19	17,3	17,3	22	22

$I_z$	$I_y$	$I_{tor}$
77,6	77,6	155

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	$f_y$	$f_u$	
210000	80769,2	235	360	

Dimensiones en mm

$b = 90$

$t = 3$

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{or} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

**Aclaración de notaciones**

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL** (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(Comb.:10) = 12,59 \times 10^3 / (819 \times 235 / 1,05) + 3,95 \times 10^6 / \{1 \times 22000 \times 235 / 1,05\} = 0,870$  (195 N/mm<sup>2</sup>)

Sección : 9 / 20      Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1      Eje ppal. z=1

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

#### Comprobación a cortante

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 1902,15 \text{ N}$  Combinación :3

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 521,39 \text{ mm}^2$

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 521,39 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 67372 \text{ N}$

$i(3) = 1902 / 67372 = 0,028$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

#### Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0 \text{ N}$  Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0 \text{ mm}^2$

$i(1) = 0 / 0 = 0$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 88 %

#### Barra : 44

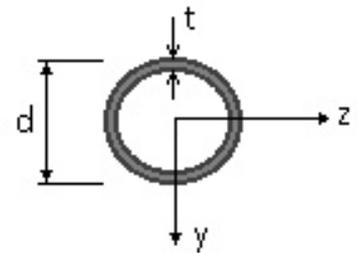
Tubo Circular. Tamaño : 90.3

Material : Acero S-235

Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> ,cm <sup>4</sup> .)				
Area	$W_{el,z}$	$W_{el,y}$	$W_{pl,z}$	$W_{pl,y}$
8,19	17,3	17,3	22	22

$I_z$	$I_y$	$I_{tor}$
77,6	77,6	155

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	$f_y$	$f_u$	
210000	80769,2	235	360	



Dimensiones en mm

b = 90

t = 3

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAxIAL** (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

$i(\text{Comb.:10}) = 12,35 \times 10^3 / (819 \times 235 / 1,05) + 3,58 \times 10^6 / \{1 \times 22000 \times 235 / 1,05\} = 0,794$  (178 N/mm<sup>2</sup>)

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 a cortante**

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 2733,26$  N      Combinación :10

Area eficaz a corte :  $A_{y,v} = 521,39$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 521,39 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 67372$  N

$i(10) = 2733 / 67372 = 0,0406$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N      Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,v} = 0$  mm<sup>2</sup>

$i(1) = 0 / 0 = 0$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 80 %

**Barra : 45**

Tubo Circular. Tamaño : 90.3

Material : Acero S-235

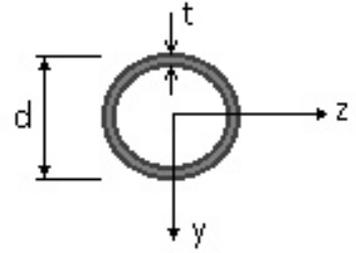
<b>Características mecánicas</b> (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
<b>Area</b>	<b>W<sub>el,z</sub></b>	<b>W<sub>el,y</sub></b>	<b>W<sub>pl,z</sub></b>	<b>W<sub>pl,y</sub></b>
8,19	17,3	17,3	22	22

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

$I_z$	$I_y$	$I_{tor}$
77,6	77,6	155



Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	235	360	

Dimensiones en mm

b = 90

t = 3

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:7}) = 24,07 \times 10^3 / (819 \times 235 / 1,05) + 1,63 \times 10^6 / \{1 \times 22000 \times 235 / 1,05\} = 0,462$  (103 N/mm<sup>2</sup>)

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 a cortante

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 3379,52$  N      Combinación :10

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 521,39$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 521,39 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 67372$  N

$i(10) = 3380 / 67372 = 0,05$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 20 / 20

##### Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N      Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0$  mm<sup>2</sup>

$i(1) = 0 / 0 = 0$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

Sección : 0 / 20

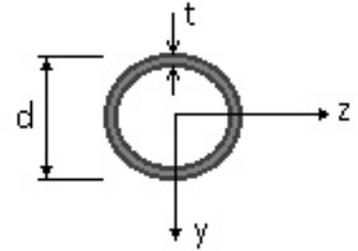
#### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 47 %

#### Barra : 46

Tubo Circular. Tamaño : 90.3

Material : Acero S-235



Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
8,19	17,3	17,3	22	22

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
77,6	77,6	155

Módulos de elasticidad y Resistencias N/mm <sup>2</sup>			
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>
210000	80769,2	235	360

Dimensiones en mm

b = 90

t = 3

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:10}) = 12,01 \times 10^3 / (819 \times 235 / 1,05) + 3,15 \times 10^6 / \{1 \times 22000 \times 235 / 1,05\} = 0,705$  (158 N/mm<sup>2</sup>)

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 a cortante

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 3086,28$  N      Combinación :7

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 521,39$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 521,39 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 67372$  N

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

i(7) = 3086 / 67372 = 0,046 Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 20 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0$  mm<sup>2</sup>

i(1) = 0 / 0 = 0 Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

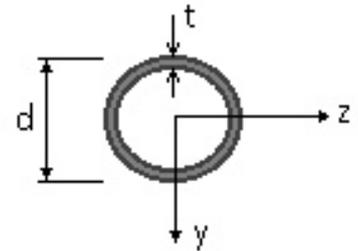
### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 71 %

#### Barra : 47

Tubo Circular. Tamaño : 90.3

Material : Acero S-235



Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
8,19	17,3	17,3	22	22

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
77,6	77,6	155

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	235	360	

Dimensiones en mm

b = 90

t = 3

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

**Aclaración de notaciones**

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL** (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

i(Comb.:10) = 12,32 x 10<sup>3</sup> / ( 819 x 235 / 1,05) + 4,2 x 10<sup>6</sup> / {1 x 22000 x 235 / 1,05} = 0,920 (206 N/mm<sup>2</sup>)

Sección : 20 / 20      Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1      Eje ppal. z=1

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

#### Comprobación a cortante

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 2103,54 \text{ N}$  Combinación :9

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 521,39 \text{ mm}^2$

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 521,39 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 67372 \text{ N}$

$i(9) = 2104 / 67372 = 0,031$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

#### Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0 \text{ N}$  Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0 \text{ mm}^2$

$i(1) = 0 / 0 = 0$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 93 %

#### Barra : 48

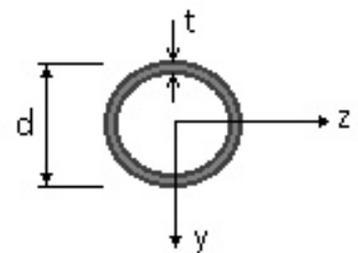
Tubo Circular. Tamaño : 90.3

Material : Acero S-235

Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> ,cm <sup>4</sup> .)				
Area	$W_{el,z}$	$W_{el,y}$	$W_{pl,z}$	$W_{pl,y}$
8,19	17,3	17,3	22	22

$I_z$	$I_y$	$I_{tor}$
77,6	77,6	155

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	$f_y$	$f_u$	
210000	80769,2	235	360	



Dimensiones en mm

b = 90

t = 3

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAxIAL** (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

$i(\text{Comb.:10}) = 12,32 \times 10^3 / (819 \times 235 / 1,05) + 4,2 \times 10^6 / \{1 \times 22000 \times 235 / 1,05\} = 0,920$  (206 N/mm<sup>2</sup>)

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 a cortante**

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 2206,75$  N      Combinación :6

Area eficaz a corte :  $A_{y,v} = 521,39$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 521,39 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 67372$  N

$i(6) = 2207 / 67372 = 0,033$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 20 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N      Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,v} = 0$  mm<sup>2</sup>

$i(1) = 0 / 0 = 0$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 93 %

**Barra : 49**

Tubo Circular. Tamaño : 90.3

Material : Acero S-235

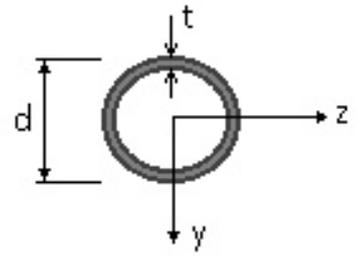
<b>Características mecánicas</b> (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
<b>Area</b>	<b>W<sub>el,z</sub></b>	<b>W<sub>el,y</sub></b>	<b>W<sub>pl,z</sub></b>	<b>W<sub>pl,y</sub></b>
8,19	17,3	17,3	22	22

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

$I_z$	$I_y$	$I_{tor}$
77,6	77,6	155



Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	235	360	

Dimensiones en mm

b = 90

t = 3

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAxIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:10}) = 12,31 \times 10^3 / (819 \times 235 / 1,05) + 3,21 \times 10^6 / \{1 \times 22000 \times 235 / 1,05\} = 0,719$  (161 N/mm<sup>2</sup>)

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 a cortante

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 2574,6$  N      Combinación :10

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 521,39$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 521,39 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 67372$  N

$i(10) = 2575 / 67372 = 0,038$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

##### Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N      Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0$  mm<sup>2</sup>

$i(1) = 0 / 0 = 0$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

Sección : 0 / 20

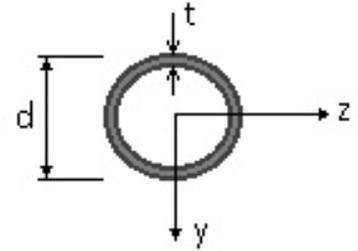
#### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 72 %

#### Barra : 50

Tubo Circular. Tamaño : 100.4

Material : Acero S-235



Características mecánicas		(cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)		
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
12,4	27,8	27,8	36	36

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
139	139	278

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	235	360	

Dimensiones en mm

b = 100

t = 4

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / K^2) \}^{1/2}$ ;       $K = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / K^2) \}^{1/2}$ ;       $K = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAxIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:3}) = 26,85 \times 10^3 / (1240 \times 235 / 1,05) + 2,01 \times 10^6 / \{1 \times 36000 \times 235 / 1,05\} = 0,346$  (78 N/mm<sup>2</sup>)

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 a cortante

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 2460,37$  N      Combinación :10

Area eficaz a corte :  $A_{y,v} = 789,41$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 789,41 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 102005$  N

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

$i(10) = 2460 / 102005 = 0,024$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0$  mm<sup>2</sup>

$i(1) = 0 / 0 = 0$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

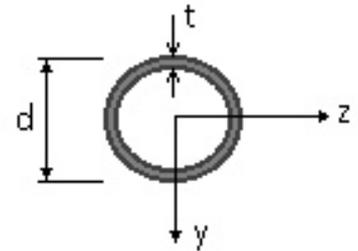
### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 35 %

#### Barra : 51

Tubo Circular. Tamaño : 100.4

Material : Acero S-235



Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> ,cm <sup>4</sup> .)				
Area	$W_{el,z}$	$W_{el,y}$	$W_{pl,z}$	$W_{pl,y}$
12,4	27,8	27,8	36	36

$I_z$	$I_y$	$I_{tor}$
139	139	278

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	$f_y$	$f_u$	
210000	80769,2	235	360	

Dimensiones en mm

$b = 100$

$t = 4$

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

**Aclaración de notaciones**

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(Comb.:10) = 13,63 \times 10^3 / (1240 \times 235 / 1,05) + 2,6 \times 10^6 / \{1 \times 36000 \times 235 / 1,05\} = 0,371$  (83 N/mm<sup>2</sup>)

Sección : 20 / 20      Clasificación de la sección : Eje ppal. y=1      Eje ppal. z=1

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Invernadero

#### COMPROBACION DE BARRAS.

CORTANTE (Sin incluir su combinación con axial, flexión y torsión, ni comprobación a abolladura)

#### Comprobación a cortante

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 2777,04 \text{ N}$  Combinación :7

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 789,41 \text{ mm}^2$

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 789,41 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 102005 \text{ N}$

$i(7) = 2777 / 102005 = 0,027$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

#### Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0 \text{ N}$  Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0 \text{ mm}^2$

$i(1) = 0 / 0 = 0$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

#### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 38 %

#### Barra : 52

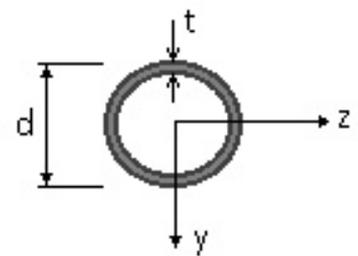
Tubo Circular. Tamaño : 100.5

Material : Acero S-235

Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> ,cm <sup>4</sup> .)				
Area	$W_{el,z}$	$W_{el,y}$	$W_{pl,z}$	$W_{pl,y}$
14,9	33,8	33,8	45	45

$I_z$	$I_y$	$I_{tor}$
169	169	238

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	$f_y$	$f_u$	
210000	80769,2	235	360	



Dimensiones en mm

b = 100

t = 5

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAxIAL** (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

$i(\text{Comb.:10}) = 14,33 \times 10^3 / (1490 \times 235 / 1,05) + 4,69 \times 10^6 / \{1 \times 45000 \times 235 / 1,05\} = 0,508$  (114 N/mm<sup>2</sup>)

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 a cortante**

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 3032,44$  N      Combinación :7

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 948,56$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 948,56 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 122570$  N

$i(7) = 3032 / 122570 = 0,0247$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

**Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra**

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N      Combinación :1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0$  mm<sup>2</sup>

$i(1) = 0 / 0 = 0$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 51 %

**Barra : 53**

Tubo Circular. Tamaño : 200.8

Material : Acero S-235

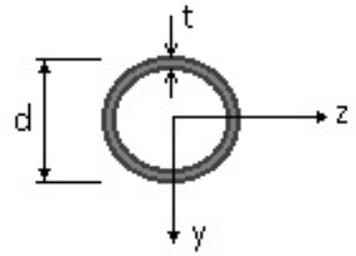
<b>Características mecánicas</b> (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> ,cm <sup>4</sup> .)				
<b>Area</b>	<b>W<sub>el,z</sub></b>	<b>W<sub>el,y</sub></b>	<b>W<sub>pl,z</sub></b>	<b>W<sub>pl,y</sub></b>
48,3	223	223	294	294

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### COMPROBACION DE BARRAS.

$I_z$	$I_y$	$I_{tor}$
2230	2230	4460



Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	235	360	

Dimensiones en mm

b = 200

t = 8

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

#### ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAXIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

##### Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:7}) = 16,22 \times 10^3 / (4830 \times 235 / 1,05) + 54,61 \times 10^6 / \{1 \times 294000 \times 235 / 1,05\} = 0,845$  (189 N/mm<sup>2</sup>)

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 a cortante

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{y,Ed} = 27180,62$  N      Combinación : 7

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 3074,87$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,Rd} = 3074,87 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 397324$  N

$i(7) = 27181 / 397324 = 0,068$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 20 / 20

##### Comprobación cortante para el eje principal 'z-z' de la barra

Esfuerzo cortante máximo :  $V_{z,Ed} = 0$  N      Combinación : 1

Area eficaz a corte :  $A_{z,V} = 0$  mm<sup>2</sup>

$i(1) = 0 / 0 = 0$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Invernadero

#### COMPROBACION DE BARRAS.

Sección : 0 / 20

#### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 85 %

#### RELACION DE BARRAS FUERA DE NORMA.

Todas las barras cumplen

**TODOS LOS DESPLAZAMIENTOS SOLICITADOS DE LOS NUDOS CUMPLEN.**

## PLACAS DE ANCLAJE

### PLACAS DE ANCLAJE

#### Nudo : 1

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :

PLACA BASE	410	x	440	x	22	mm.
CARTELAS	150	x	440	x	10	mm.
ANCLAJES PRINCIPALES	2 Ø 20 de 601 mm. en cada paramento.					

COMPROBACIONES :

HORMIGON

$$\sigma_{\text{hormigón}}(3) = 10 \times (4 \times 100 \times (10 \times 3,07 + x(,5 \times 0,44 - 0,05))) / (44 \times 0,41(0,875 \times 44 - 5)) = 3,3 \text{ N/mm}^2$$

(Res. Portante = 22 N/mm<sup>2</sup>)

ESPESOR PLACA BASE

$$\sigma_{\text{acero placa}}(3) = 10 \times (6 \times 0,001 \times 20260 / 2,2^2) = 251,1 \text{ N/mm}^2$$

(límite = 275 N/mm<sup>2</sup>)

ANCLAJE

Tracción máxima en anclajes (3) = 64,83 kN  
Índice tracción rosca del anclaje (3) = 0,59  
Long. anclaje EC-3 = 601 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm<sup>2</sup>)

ESPESOR DE LA CARTELA

$$\sigma_{\text{flexión}}(3) = 127,2 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{límite} = 275 \text{ N/mm}^2)$$

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

#### Nudo : 15

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :

PLACA BASE	410	x	420	x	15	mm.
CARTELAS	100	x	420	x	10	mm.

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### PLACAS DE ANCLAJE

ANCLAJES PRINCIPALES 2 Ø 20 de 339 mm. en cada paramento.

COMPROBACIONES :

HORMIGON

$$\sigma_{\text{hormigón}}(10) = 10 \times (4 \times 100 \times (10 \times 0,26 + x(,5 \times 0,42 - 0,05))) / (42 \times 0,41(0,875 \times 42 - 5)) = 1,8 \text{ N/mm}^2$$

(Res. Portante = 22 N/mm<sup>2</sup>)

ESPESOR PLACA BASE

$$\sigma_{\text{acero placa}}(13) = 10 \times (6 \times 0,001 \times 9649 / 1,5^2) = 257,3 \text{ N/mm}^2$$

(límite = 275 N/mm<sup>2</sup>)

ANCLAJE

Tracción máxima en anclajes (13) = 30,88 kN  
Indice tracción rosca del anclaje (13) = 0,28  
Long. anclaje EC-3 = 339 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm<sup>2</sup>)

ESPESOR DE LA CARTELA

$$\sigma_{\text{flexión}}(10) = 131,6 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{límite} = 275 \text{ N/mm}^2)$$

(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 280 x 290 x 10 mm.  
CARTELAS 100 x 290 x 30 mm.  
ANCLAJES PRINCIPALES 2 Ø 20 de 339 mm. en cada paramento.

COMPROBACIONES :

HORMIGON

$$\sigma_{\text{hormigón}}(10) = 10 \times (4 \times 100 \times (10 \times 0,01 + x(,5 \times 0,29 - 0,05))) / (29 \times 0,28(0,875 \times 29 - 5)) = 0,8 \text{ N/mm}^2$$

(Res. Portante = 22 N/mm<sup>2</sup>)

ESPESOR PLACA BASE

$$\sigma_{\text{acero placa}}(10) = 10 \times (6 \times 0,001 \times 3125 / 1^2) = 187,5 \text{ N/mm}^2$$

(límite = 275 N/mm<sup>2</sup>)

ANCLAJE

Tracción máxima en anclajes (14) = 8,26 kN  
Indice tracción rosca del anclaje (14) = 0,07  
Long. anclaje EC-3 = 339 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm<sup>2</sup>)

ESPESOR DE LA CARTELA

$$\sigma_{\text{flexión}}(10) = 13 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{límite} = 275 \text{ N/mm}^2)$$

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### PLACAS DE ANCLAJE

#### Nudo : 41

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :

PLACA BASE	300 x 330 x 12 mm.
CARTELAS	100 x 330 x 40 mm.
ANCLAJES PRINCIPALES	2 Ø 20 de 339 mm. en cada paramento.

COMPROBACIONES :

HORMIGON

$$\sigma_{\text{hormigón}}(7) = 10 \times (4 \times 100 \times (10 \times 0,07 + x \cdot (.5 \times 0,33 - 0,05))) / (33 \times 0,3 (0.875 \times 33 - 5)) = 1,2 \text{ N/mm}^2$$

(Res. Portante = 22 N/mm<sup>2</sup>)

ESPESOR PLACA BASE

$$\sigma_{\text{acero placa}}(7) = 10 \times (6 \times 0.001 \times 4358 / 1,2^2) = 181,5 \text{ N/mm}^2$$

(límite = 275 N/mm<sup>2</sup>)

ANCLAJE

Tracción máxima en anclajes (14) = 9,61 kN  
Indice tracción rosca del anclaje (14) = 0,08  
Long. anclaje EC-3 = 339 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm<sup>2</sup>)

ESPESOR DE LA CARTELA

$$\sigma_{\text{flexión}}(7) = 19,5 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{límite} = 275 \text{ N/mm}^2)$$

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

#### Nudo : 54

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 759 mm. en cada paramento.

COMPROBACIONES :

HORMIGON

$$\sigma_{\text{hormigón}}(7) = 10 \times (4 \times 100 \times (10 \times 4,31 + x \cdot (.5 \times 0,42 - 0,05))) / (42 \times 0,41 (0.875 \times 42 - 5)) = 4,2 \text{ N/mm}^2$$

(Res. Portante = 22 N/mm<sup>2</sup>)

ESPESOR PLACA BASE

$$\sigma_{\text{acero placa}}(7) = 10 \times (6 \times 0.001 \times 25638 / 2,5^2) = 246,1 \text{ N/mm}^2$$

(límite = 275 N/mm<sup>2</sup>)

ANCLAJE

Tracción máxima en anclajes (7) = 81,97 kN

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### PLACAS DE ANCLAJE

Indice tracción rosca del anclaje (7) = 0,75

Long. anclaje EC-3 = 759 mm.

(Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm<sup>2</sup>)

ESPESOR DE LA CARTELA

$\sigma_{flexión}(7) = 115,1 \text{ N/mm}^2$

(límite = 275 N/mm<sup>2</sup>)

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

## ZAPATAS

### ZAPATAS.

#### 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.)
1,70	1,70	1,00	0,32	0,31	0,00

fctd(N/mm <sup>2</sup> )	fcv(N/mm <sup>2</sup> )
1,20	0,13

COMBINACION :3

Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + Arm. superior + vuelco + deslizamiento + 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.)
81,05	15,91	0,00	45,84	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma_a$	$\sigma_b$	$\sigma_c$	$\sigma_d$
0,00	0,11	0,11	0,00

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
1,50	2,55

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai,y (cm <sup>2</sup> )	As,y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
-34,47	14,56	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai,z (cm <sup>2</sup> )	As,z (cm <sup>2</sup> )	
-2,51	-2,51	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	



# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### ZAPATAS.

#### Nudo : 15

##### 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.)
1,20	1,20	1,20	0,31	0,31	0,00

fctd(N/mm <sup>2</sup> )	fcv(N/mm <sup>2</sup> )
1,20	0,13

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.)
45,65	-3,53	0,00	-17,81	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,12	0,00	0,00	0,12

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
1,54	6,47

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai,y (cm <sup>2</sup> )	As,y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
5,13	-11,65	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai,z (cm <sup>2</sup> )	As,z (cm <sup>2</sup> )	
-0,52	-0,52	0,00	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.)
64,25	-2,81	0,00	-14,97	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,10	0,00	0,00	0,10

Seguridad a vuelco y deslizamiento

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Invernadero

#### ZAPATAS.

CSV	CSD
2,57	11,45

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai, y (cm <sup>2</sup> )	As, y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
3,96	-9,68	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai, z (cm <sup>2</sup> )	As, z (cm <sup>2</sup> )	
-2,81	-2,81	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

COMBINACION :13

Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + 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.)
45,65	-3,53	0,00	-17,81	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,12	0,00	0,00	0,12

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
1,54	6,47

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai, y (cm <sup>2</sup> )	As, y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
5,13	-11,65	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai, z (cm <sup>2</sup> )	As, z (cm <sup>2</sup> )	
-0,52	-0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

COMBINACION :14

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.)
22,29	-0,56	0,00	-2,21	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,02	0,01	0,01	0,02

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
6,06	19,85

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### ZAPATAS.

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.						Armaduras y punzonamiento.		
MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai, y (cm <sup>2</sup> )	As, y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
3,40	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai, z (cm <sup>2</sup> )	As, z (cm <sup>2</sup> )	
2,40	2,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

### Nudo : 28

#### 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.)
0,50	0,50	0,50	0,18	0,17	0,00

fctd (N/mm <sup>2</sup> )	fcv (N/mm <sup>2</sup> )
1,20	0,16

COMBINACION :4

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.)
-3,19	-0,18	0,00	-0,27	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,00	0,03	0,03	0,00

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
2,94	8,67

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.						Armaduras y punzonamiento.		
MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai, y (cm <sup>2</sup> )	As, y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
-0,11	0,09	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai, z (cm <sup>2</sup> )	As, z (cm <sup>2</sup> )	
-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

COMBINACION :5

Combinación más desfavorable para : vuelco

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Invernadero

#### 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.)
6,45	-0,13	0,00	-0,83	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,07	0,00	0,00	0,07

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
1,94	25,53

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai, y (cm <sup>2</sup> )	As, y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
0,11	-0,47	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai, z (cm <sup>2</sup> )	As, z (cm <sup>2</sup> )	
-0,14	-0,14	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.)
25,14	-0,19	0,00	-0,96	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,15	0,05	0,05	0,15

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
6,56	64,85

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai, y (cm <sup>2</sup> )	As, y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
-0,50	-1,20	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai, z (cm <sup>2</sup> )	As, z (cm <sup>2</sup> )	
-0,88	-0,88	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

COMBINACION :14

Combinación más desfavorable para : Arm. superior + cortante maximo

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### ZAPATAS.

Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

RXz (kN.)	RYz (kN.)	RZz (kN.)	MZz (kNm.)	MYz (kNm.)
-16,78	0,08	0,00	0,14	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,00	0,00	0,00	0,00

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
29,51	98,74

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai, y (cm <sup>2</sup> )	As, y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
0,12	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai, z (cm <sup>2</sup> )	As, z (cm <sup>2</sup> )	
0,12	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

### Nudo : 41

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.)
0,60	0,60	0,90	0,21	0,20	0,00

fctd (N/mm <sup>2</sup> )	fcv (N/mm <sup>2</sup> )
1,20	0,14

COMBINACION :4

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.)
1,58	-0,14	0,00	-0,28	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,01	0,00	0,00	0,01

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
1,71	5,53

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### ZAPATAS.

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai, y (cm <sup>2</sup> )	As, y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
0,37	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai, z (cm <sup>2</sup> )	As, z (cm <sup>2</sup> )
0,32	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

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.)
11,62	-0,44	0,00	-2,14	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,11	0,00	0,00	0,11

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
1,63	13,21

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai, y (cm <sup>2</sup> )	As, y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
0,37	-1,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai, z (cm <sup>2</sup> )	As, z (cm <sup>2</sup> )
-0,20	-0,20	0,00	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.)
30,25	-0,75	0,00	-2,93	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,17	0,00	0,00	0,17

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
3,10	20,13

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Invernadero

#### ZAPATAS.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai,y (cm <sup>2</sup> )	As,y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
0,02	-2,16	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai,z (cm <sup>2</sup> )	As,z (cm <sup>2</sup> )	
-1,15	-1,15	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

COMBINACION :14

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.)
-11,94	0,29	0,00	0,72	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,00	0,00	0,00	0,00

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
5,00	20,59

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai,y (cm <sup>2</sup> )	As,y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
0,37	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai,z (cm <sup>2</sup> )	As,z (cm <sup>2</sup> )	
0,40	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

#### Nudo : 54

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.)
1,80	1,70	1,30	0,31	0,31	0,00

fctd (N/mm <sup>2</sup> )	fcv (N/mm <sup>2</sup> )
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

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Invernadero

### ZAPATAS.

Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

RXz (kN.)	RYz (kN.)	RZz (kN.)	MZz (kNm.)	MYz (kNm.)
107,68	-16,34	0,00	-52,76	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,10	0,00	0,00	0,10

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
1,84	3,30

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai,y (cm <sup>2</sup> )	As,y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
21,85	-35,64	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai,z (cm <sup>2</sup> )	As,z (cm <sup>2</sup> )
-2,60	-2,60	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

COMBINACION :7

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.)
106,19	-19,03	0,00	-61,23	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,13	0,00	0,00	0,13

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
1,56	2,79

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai,y (cm <sup>2</sup> )	As,y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
22,07	-45,63	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai,z (cm <sup>2</sup> )	As,z (cm <sup>2</sup> )
-2,32	-2,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

COMBINACION :10

Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + Arm. superior + tension max. terreno

Componentes de la resultante en c.d.g de la base de la zapata

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Invernadero

#### ZAPATAS.

Se incluye la carga de fachada :0 kN y su descentramiento :0 m

RXz (kN.)	RYz (kN.)	RZz (kN.)	MZz (kNm.)	MYz (kNm.)
106,19	-19,03	0,00	-61,23	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,13	0,00	0,00	0,13

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
1,56	2,79

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai, y (cm <sup>2</sup> )	As, y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
22,07	-45,63	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai, z (cm <sup>2</sup> )	As, z (cm <sup>2</sup> )
-2,32	-2,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

COMBINACION :14

Combinación más desfavorable para : cortante maximo + 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.)
86,68	16,43	0,00	48,95	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,00	0,10	0,10	0,00

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
1,59	2,64

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai, y (cm <sup>2</sup> )	As, y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
-31,25	22,07	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai, z (cm <sup>2</sup> )	As, z (cm <sup>2</sup> )
1,84	1,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

## CORREAS

### CALCULO DE CORREAS.

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Invernadero

#### CALCULO DE CORREAS.

CARGA PERMANENTE : 0,05 kN/m<sup>2</sup>/Cubierta. Duración permanente  
CARGA MANTENIMIENTO : 0,148 kN/m<sup>2</sup>/Proy. horizontal. Duración corta  
CARGA NIEVE : 0,431 kN/m<sup>2</sup>/Proy. horizontal. Duración corta  
VIENTO PRESION MAYOR : 0,558 kN/m<sup>2</sup>/Cubierta. Duración corta  
VIENTO SUCCION MAYOR : 0,602 kN/m<sup>2</sup>/Cubierta. Duración corta  
CARGA CONCENTRADA MANTENIMIENTO : 1 kN. Duración corta

MATERIAL CORREAS : Acero S-235  
SECCION : Tubo Circular 50.3  
PENDIENTE FALDON : 64 % Equiv. a 33 °  
SEPARACION CORREAS : 1 m.  
POSICION CORREAS : Normal al faldón  
NUMERO TIRANTILLAS POR VANO : SUJETA

LUZ DEL VANO : 2 m.  
NUMERO DE VANOS CONTINUOS : 3  
ALTITUD TOPOGRAFICA : 772

Tension  $\sigma_1 = 536842,01 / 6000 + 0 / 6000 = 89,47 \text{ N/mm}^2$   
indice =  $\sigma_1 / \sigma_{235} / 1,05 = 0,4$   
 $\sigma_1$  Corresponde a : Permanente + 'Mantenimiento puntual'  
Donde 'Mantenimiento puntual' es la acción variable dominante  
Este índice se corresponde con : Carga concentrada mantenimiento 1 kN

Flecha vano relativa a la integridad en combinación característica  $\sigma_3 = 3,31 \text{ mm}$ . Admisible = 6,67 mm.

$\sigma_3$  Corresponde a : Permanente + Nieve + 'Viento'

Donde 'Viento' es la acción variable dominante

Flecha vano relativa a la apariencia en combinación casi permanente  $\sigma_1 = 0,62 \text{ mm}$ . Admisible = 6,67 mm.

$\sigma_1$  Corresponde a : Permanente + 'Mantenimiento puntual'

Donde 'Mantenimiento puntual' es la acción variable dominante

## MEDICIONES

### MEDICIONES.

#### BARRAS

TIPO	DIMENSION	LONG. (m)	Peso (kg.)
Tubo Circular	70.3	7,31	36,2
Tubo Circular	90.3	37,99	244,3
Tubo Circular	90.4	2,1	17,8
Tubo Circular	100.4	4,37	42,5
Tubo Circular	100.5	2,38	27,8
Tubo Circular	100.6	1,19	16,5

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Invernadero

#### MEDICIONES.

Tubo Circular	200.6	4	115,0
Tubo Circular	200.8	2	75,9
<b>Subtotal .....</b>			<b>576</b>

#### PLACAS DE ANCLAJE

##### CHAPA

			<b>PESO (Kg.)</b>
# 10			23,4
# 12			21,2
# 15			20,3
# 22			31,2
# 25			33,8
# 30			13,7
# 40			20,8
<b>Subtotal .....</b>			<b>164,4</b>

#### ANCLAJES y BULONES

##### REDONDO

	<b>LONG. (m)</b>	<b>PESO (Kg.)</b>
Ø 20	15,7	38,8
<b>Subtotal .....</b>		<b>38,8</b>

#### ZAPATA :1

	<b>MEDICION</b>	<b>PRECIO</b>
EXCAVACION	2,9	72,3
HORMIGON	2,9	346,9
ACERO	27,2	952,9
<b>Subtotal .....</b>		<b>1372,1</b>

#### ZAPATA :2

	<b>MEDICION</b>	<b>PRECIO</b>
EXCAVACION	1,7	43,3
HORMIGON	1,7	207,4
ACERO	13,6	474,8
<b>Subtotal .....</b>		<b>725,5</b>

#### ZAPATA :3

	<b>MEDICION</b>	<b>PRECIO</b>
--	-----------------	---------------

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Invernadero

#### MEDICIONES.

EXCAVACION	0,1	3,2
HORMIGON	0,1	15,0
ACERO	2,4	82,5
<b>Subtotal .....</b>		<b>100,7</b>

#### ZAPATA :4

	MEDICION	PRECIO
EXCAVACION	0,3	8,1
HORMIGON	0,3	38,9
ACERO	3,4	118,7
<b>Subtotal .....</b>		<b>165,7</b>

#### ZAPATA :5

	MEDICION	PRECIO
EXCAVACION	4,0	99,5
HORMIGON	4,0	477,4
ACERO	28,8	1008,9
<b>Subtotal .....</b>		<b>1585,8</b>

## D. Almacén de producto

### Datos generales

- Número de nudos: 5.
- Número de barras: 4.
- Número de hipótesis de carga/ combinación de hipótesis: 6/14.
- Material: acero S-275.
- Se incluye el peso propio de la estructura.
- Método de cálculo: segundo orden.
- Coeficiente de minoración del hormigón: 1,5.
- Coeficiente de minoración del acero: 1,5.
- Tensión admisible del terreno: 0,2 N/mm<sup>2</sup>.
- Coeficiente de rozamiento de las zapatas al terreno: 0,5
- Coeficiente de mayoración de las acciones: 1,5
- Coeficiente de seguridad al vuelco: 1,5.
- Coeficiente de seguridad a deslizamientos: 1,5.

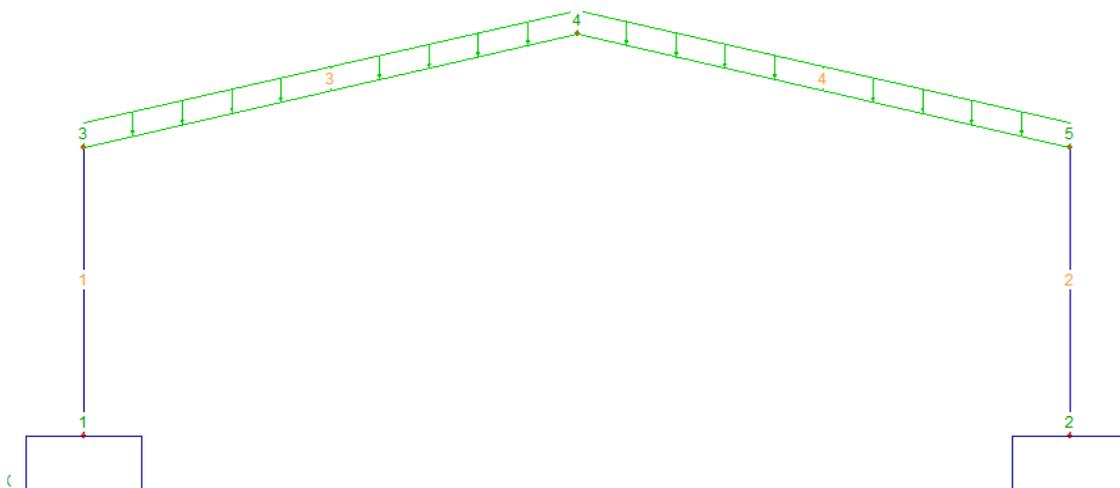


Imagen 4: Esquema de la estructura del Almacén de producto (Metalpla, 2020)

Tabla 17: Hipótesis de carga en Almacén de producto

DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA	DURACIÓN
Permanente	Permanente	No procede
Mantenimiento	Categoría G: Cubiertas accesibles para mantenimiento	No procede
Nieve	Nieve : Altitud < 1.000 m sobre el nivel del mar	No procede
Viento transversal A	Viento: Cargas en edificación	No procede
Viento transversal B	Viento: Cargas en edificación	No procede
Viento longitudinal	Viento: Cargas en edificación	No procede

**Tabla 18: Barras de Almacén de producto**

<b>Nº</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>PERFIL</b>	<b>TAMAÑO</b>	<b>MATERIAL</b>
1	Pilar	HEB	180	Acero S-275 JO
2	Pilar	HEB	180	Acero S-275 JO
3	Viga	IPE	270	Acero S-275 JO
4	Viga	IPE	270	Acero S-275 JO

**Tabla 19: Combinación de hipótesis en Almacén de producto**

VALOR	HIPÓTESIS					
COMBINACIÓN	1	2	3	4	5	6
1	1,35					
2	1,35	1,5				
3	1,35		1,5			
4	1,35			1,5		
5	1,35				1,5	
6	1,35		1,5	0,9		
7	1,35		1,5		0,9	
8	1,35		1,5			0,9
9	1,35		0,75	1,5		
10	1,35		0,75		1,5	
11	1,35		0,75			1,5
12	0,80			1,5		
13	0,80				1,5	
14	0,80					1,5

**Proyecto : Planta de compostaje**  
**Estructura : Almacen de produccion**

## DATOS GENERALES

### Datos Generales

Número de nudos .....	5
Número de barras .....	4
Número de hipótesis de carga .....	6
Número de combinación de hipótesis .....	14
Material .....	Acero S-275
Se incluye el peso propio de la estructura .....	Sí
Método de cálculo .....	Segundo Orden

### Hipótesis de carga

Núm	Descripción	Categoría	Duración
1	Permanente	Permanente	No procede
2	Mantenimiento	Categoría G: Cubiertas accesibles para mantenimiento	No procede
3	Nieve	Nieve : Altitud < 1.000 m sobre el nivel del mar	No procede
4	Viento transversal A	Viento: Cargas en edificación	No procede
5	Viento transversal B	Viento: Cargas en edificación	No procede
6	Viento longitudinal	Viento: Cargas en edificación	No procede

## NUDOS

### NUDOS. Coordenadas en metros.

Número	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Coacción
1	0,00	0,00	0,00	Empotramiento
2	17,00	0,00	0,00	Empotramiento
3	0,00	5,00	0,00	Nudo libre
4	8,50	6,95	0,00	Nudo libre
5	17,00	5,00	0,00	Nudo libre

## BARRAS

### BARRAS. (kN m / radián)

Barra	Nudo i	Nudo j	Clase	Lep	Lept	Grupo	Beta	Articulación
1	1	3	Pilar	6,23	5,00	1	0,00	Sin enlaces articulados
2	2	5	Pilar	12,04	5,00	1	0,00	Sin enlaces articulados
3	3	4	Viga	0,00	0,00	2	0,00	Sin enlaces articulados
4	4	5	Viga	0,00	0,00	2	0,00	Sin enlaces articulados

**Proyecto : Planta de compostaje**  
**Estructura : Almacen de produccion**

**BARRAS.**

Barra	Tabla	Tamaño	Material
1	I HEB	180	Material menú
2	I HEB	180	Material menú
3	IPE	270	Material menú
4	IPE	270	Material menú

**CARGAS EN BARRA**

CARGAS EN BARRAS.		(kN y mkN)	Angulo : grados sexagesimales				
Hip.	Barra	Tipo	Ejes	Intensidad	Angulo	Dist.(m.)	L.Aplic.(m)
1	1	Uniforme p.p.	Generales	0,528	90	0,00	0,00
1	2	Uniforme p.p.	Generales	0,528	90	0,00	0,00
1	3	Uniforme p.p.	Generales	0,371	90	0,00	0,00
1	3	Uniforme	Generales	0,838	90	0,00	0,00
1	4	Uniforme	Generales	0,838	90	0,00	0,00
1	4	Uniforme p.p.	Generales	0,371	90	0,00	0,00
2	3	Uniforme	Generales	2,191	90	0,00	0,00
2	4	Uniforme	Generales	2,191	90	0,00	0,00
3	3	Uniforme	Generales	2,585	90	0,00	0,00
3	4	Uniforme	Generales	2,585	90	0,00	0,00
4	1	Uniforme	Generales	3,487	0	0,00	0,00
4	2	Uniforme	Generales	1,641	360	0,00	0,00
4	3	Uniforme	Generales	2,170	258,7	0,00	0,00
4	3	Parcial uniforme	Generales	3,275	258,7	0,00	1,34
4	4	Uniforme	Generales	0,941	-78,69	0,00	0,00
4	4	Parcial uniforme	Generales	1,994	-78,69	0,00	1,34
5	1	Uniforme	Generales	3,487	0	0,00	0,00
5	2	Uniforme	Generales	1,641	360	0,00	0,00
5	3	Uniforme	Generales	0,665	78,69	0,00	0,00
5	4	Uniforme	Generales	1,166	-78,69	0,00	0,00
6	1	Uniforme	Generales	3,879	180	0,00	0,00
6	2	Uniforme	Generales	3,879	360	0,00	0,00
6	3	Uniforme	Generales	3,546	258,7	0,00	0,00
6	4	Uniforme	Generales	3,535	-78,69	0,00	0,00

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

**COMBINACIONES DE HIPOTESIS**

**Proyecto : Planta de compostaje**  
**Estructura : Almacen de produccion**

**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	0,90		
7	1,35		1,50		0,90	
8	1,35		1,50			0,90
9	1,35		0,75	1,50		
10	1,35		0,75		1,50	
11	1,35		0,75			1,50
12	0,80			1,50		
13	0,80				1,50	
14	0,80					1,50

**DATOS DE CALCULO DE CIMENTACION**

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

DATOS GENERALES

HORMIGON : Resistencia característica (N/mm<sup>2</sup>.).....: 25  
HORMIGON : Coeficiente de minoración  $\zeta_c$ .....: 1,5  
ACERO : Límite elástico característico (N/mm<sup>2</sup>).....: 500  
ACERO : Coeficiente de minoración  $\zeta_s$ .....: 1,15  
TERRENO : Tensión admisible (N/mm<sup>2</sup>).....: 0,2  
TERRENO : Coeficiente de rozamiento zapata terreno ....: 0,5  
ACCIONES : Coeficiente de mayoración  $\zeta_f$ .....: 1,5  
VUELCO : Coeficiente de seguridad.....: 1,5  
DESLIZAMIENTO : Coeficiente de seguridad.....: 1,5  
PRECIO : Excavación (Euros/m<sup>3</sup>).....: 25  
PRECIO : Hormigón (Euros/m<sup>3</sup>.).....: 120  
PRECIO : Acero (Euros/kg.).....: 35  
PRECIO : Pórtico metálico (Euros/kg.).....: 2,1  
PRECIO : Correas (Euros/kg.).....: 2,5  
PRECIO : Viga carril (Euros/kg.).....: 2,1

N.GRU	A/B-max	H-min	HT (m.)	$\delta$ (DEP/A)	F (kN.)	DF (m.)	Nudo
0	1	0	0		0	0	1
0	1	0	0		0	0	2

**Proyecto : Planta de compostaje**  
**Estructura : Almacen de produccion**

**FUERZAS EN EXTREMOS DE BARRAS**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

**Barra : 1**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	1	-17,799	9,712	0,000	0,000	0,000	-20,737
	3	-14,235	9,712	0,000	0,000	0,000	-27,946
2	1	-46,460	29,524	0,000	0,000	0,000	-63,397
	3	-42,896	29,524	0,000	0,000	0,000	-85,217
3	1	-51,614	33,124	0,000	0,000	0,000	-71,200
	3	-48,050	33,124	0,000	0,000	0,000	-95,662
4	1	15,301	-28,202	0,000	0,000	0,000	46,100
	3	18,865	-2,049	0,000	0,000	0,000	29,289
5	1	-18,740	-18,900	0,000	0,000	0,000	37,609
	3	-15,176	7,253	0,000	0,000	0,000	-8,000
6	1	-31,738	10,163	0,000	0,000	0,000	-30,046
	3	-28,174	25,854	0,000	0,000	0,000	-60,314
7	1	-52,162	15,931	0,000	0,000	0,000	-35,679
	3	-48,598	31,622	0,000	0,000	0,000	-83,392
8	1	-24,345	27,087	0,000	0,000	0,000	-46,396
	3	-20,781	9,631	0,000	0,000	0,000	-45,717
9	1	-1,597	-16,714	0,000	0,000	0,000	21,818
	3	1,967	9,439	0,000	0,000	0,000	-3,618
10	1	-35,634	-7,273	0,000	0,000	0,000	13,004
	3	-32,070	18,880	0,000	0,000	0,000	-41,373
11	1	10,741	11,797	0,000	0,000	0,000	-6,082
	3	14,305	-17,295	0,000	0,000	0,000	19,802
12	1	22,548	-32,117	0,000	0,000	0,000	54,324
	3	24,660	-5,965	0,000	0,000	0,000	40,467
13	1	-11,495	-22,860	0,000	0,000	0,000	45,929
	3	-9,383	3,293	0,000	0,000	0,000	3,323
14	1	34,900	-3,390	0,000	0,000	0,000	25,984
	3	37,012	-32,483	0,000	0,000	0,000	63,243

**Barra : 2**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	2	-17,799	-9,712	0,000	0,000	0,000	20,737
	5	-14,235	-9,712	0,000	0,000	0,000	27,946

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Almacen de produccion**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

2	2	-46,460	-29,524	0,000	0,000	0,000	63,397
	5	-42,896	-29,524	0,000	0,000	0,000	85,217
3	2	-51,614	-33,124	0,000	0,000	0,000	71,200
	5	-48,050	-33,124	0,000	0,000	0,000	95,662
4	2	-0,608	-6,600	0,000	0,000	0,000	9,527
	5	2,955	5,707	0,000	0,000	0,000	-7,291
5	2	-10,432	-24,258	0,000	0,000	0,000	58,216
	5	-6,868	-11,950	0,000	0,000	0,000	32,673
6	2	-41,316	-31,044	0,000	0,000	0,000	63,934
	5	-37,752	-23,660	0,000	0,000	0,000	73,783
7	2	-47,210	-41,825	0,000	0,000	0,000	94,011
	5	-43,646	-34,440	0,000	0,000	0,000	98,614
8	2	-24,385	-27,070	0,000	0,000	0,000	46,315
	5	-20,821	-9,614	0,000	0,000	0,000	45,712
9	2	-17,526	-18,088	0,000	0,000	0,000	34,132
	5	-13,962	-5,781	0,000	0,000	0,000	25,786
10	2	-27,352	-35,885	0,000	0,000	0,000	83,488
	5	-23,788	-23,577	0,000	0,000	0,000	66,375
11	2	10,675	-11,769	0,000	0,000	0,000	5,950
	5	14,239	17,323	0,000	0,000	0,000	-19,809
12	2	6,647	-2,685	0,000	0,000	0,000	1,174
	5	8,759	9,623	0,000	0,000	0,000	-18,539
13	2	-3,173	-20,297	0,000	0,000	0,000	49,619
	5	-1,062	-7,990	0,000	0,000	0,000	21,202
14	2	34,834	3,419	0,000	0,000	0,000	-26,115
	5	36,946	32,511	0,000	0,000	0,000	-63,250

**Barra : 3**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	3	-12,649	-11,703	0,000	0,000	0,000	27,946
	4	-9,466	2,172	0,000	0,000	0,000	14,015
2	3	-38,368	-35,208	0,000	0,000	0,000	85,217
	4	-28,776	6,602	0,000	0,000	0,000	43,212
3	3	-43,030	-39,427	0,000	0,000	0,000	95,662
	4	-32,285	7,407	0,000	0,000	0,000	48,604
4	3	6,216	17,929	0,000	0,000	0,000	-29,289
	4	8,416	-3,152	0,000	0,000	0,000	-10,722
5	3	-10,463	-13,170	0,000	0,000	0,000	8,000
	4	-7,035	9,400	0,000	0,000	0,000	8,657

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Almacen de produccion**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

6	3	-31,500	-21,680	0,000	0,000	0,000	60,314
	4	-21,345	4,181	0,000	0,000	0,000	32,910
7	3	-41,688	-40,297	0,000	0,000	0,000	83,392
	4	-30,797	11,754	0,000	0,000	0,000	45,295
8	3	-14,034	-18,102	0,000	0,000	0,000	45,717
	4	-4,072	0,911	0,000	0,000	0,000	30,057
9	3	-8,760	4,028	0,000	0,000	0,000	3,618
	4	-2,779	-0,573	0,000	0,000	0,000	5,730
10	3	-25,573	-27,037	0,000	0,000	0,000	41,373
	4	-18,365	12,013	0,000	0,000	0,000	25,640
11	3	20,056	10,076	0,000	0,000	0,000	-19,802
	4	25,716	-5,938	0,000	0,000	0,000	1,987
12	3	11,328	22,702	0,000	0,000	0,000	-40,467
	4	12,231	-4,031	0,000	0,000	0,000	-16,262
13	3	-5,307	-8,410	0,000	0,000	0,000	-3,323
	4	-3,177	8,508	0,000	0,000	0,000	2,936
14	3	39,936	28,812	0,000	0,000	0,000	-63,243
	4	40,519	-9,334	0,000	0,000	0,000	-19,268

**Barra : 4**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	4	-9,466	-2,172	0,000	0,000	0,000	-14,015
	5	-12,649	11,703	0,000	0,000	0,000	-27,946
2	4	-28,776	-6,602	0,000	0,000	0,000	-43,212
	5	-38,368	35,208	0,000	0,000	0,000	-85,217
3	4	-32,285	-7,407	0,000	0,000	0,000	-48,604
	5	-43,030	39,427	0,000	0,000	0,000	-95,662
4	4	8,948	0,832	0,000	0,000	0,000	10,722
	5	6,224	-1,604	0,000	0,000	0,000	7,291
5	4	-10,429	5,394	0,000	0,000	0,000	-8,657
	5	-13,183	4,022	0,000	0,000	0,000	-32,673
6	4	-21,033	-5,541	0,000	0,000	0,000	-32,910
	5	-31,502	31,506	0,000	0,000	0,000	-73,783
7	4	-32,841	-2,845	0,000	0,000	0,000	-45,295
	5	-43,328	34,840	0,000	0,000	0,000	-98,614
8	4	-4,062	-0,955	0,000	0,000	0,000	-30,057
	5	-14,027	18,144	0,000	0,000	0,000	-45,712
9	4	-2,251	-1,727	0,000	0,000	0,000	-5,730
	5	-8,756	12,316	0,000	0,000	0,000	-25,786

**Proyecto : Planta de compostaje****Estructura : Almacen de produccion****ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

10	4	-21,765	2,807	0,000	0,000	0,000	-25,640
	5	-28,299	17,914	0,000	0,000	0,000	-66,375
11	4	25,732	5,865	0,000	0,000	0,000	-1,987
	5	20,069	-10,005	0,000	0,000	0,000	19,809
12	4	12,765	1,703	0,000	0,000	0,000	16,262
	5	11,338	-6,386	0,000	0,000	0,000	18,539
13	4	-6,567	6,273	0,000	0,000	0,000	-2,936
	5	-8,025	-0,752	0,000	0,000	0,000	-21,202
14	4	40,535	9,261	0,000	0,000	0,000	19,268
	5	39,949	-28,741	0,000	0,000	0,000	63,250

**REACCIONES EN LOS APOYOS****REACCIONES EN LOS APOYOS. (kN y mkN)****Nudo : 1**

Combinación	Reacc. X	Reacc. Y	Reacc. Z	Mom. X	Mom. Y	Mom. Z
1	9,712	17,799	0,000	0,000	0,000	-20,737
2	29,524	46,460	0,000	0,000	0,000	-63,397
3	33,124	51,614	0,000	0,000	0,000	-71,200
4	-28,202	-15,301	0,000	0,000	0,000	46,100
5	-18,900	18,740	0,000	0,000	0,000	37,609
6	10,163	31,738	0,000	0,000	0,000	-30,046
7	15,931	52,162	0,000	0,000	0,000	-35,679
8	27,087	24,345	0,000	0,000	0,000	-46,396
9	-16,714	1,597	0,000	0,000	0,000	21,818
10	-7,273	35,634	0,000	0,000	0,000	13,004
11	11,797	-10,741	0,000	0,000	0,000	-6,082
12	-32,117	-22,548	0,000	0,000	0,000	54,324
13	-22,860	11,495	0,000	0,000	0,000	45,929
14	-3,390	-34,900	0,000	0,000	0,000	25,984

**Nudo : 2**

Combinación	Reacc. X	Reacc. Y	Reacc. Z	Mom. X	Mom. Y	Mom. Z
1	-9,712	17,799	0,000	0,000	0,000	20,737
2	-29,524	46,460	0,000	0,000	0,000	63,397
3	-33,124	51,614	0,000	0,000	0,000	71,200
4	-6,600	0,608	0,000	0,000	0,000	9,527
5	-24,258	10,432	0,000	0,000	0,000	58,216
6	-31,044	41,316	0,000	0,000	0,000	63,934
7	-41,825	47,210	0,000	0,000	0,000	94,011
8	-27,070	24,385	0,000	0,000	0,000	46,315
9	-18,088	17,526	0,000	0,000	0,000	34,132
10	-35,885	27,352	0,000	0,000	0,000	83,488
11	-11,769	-10,675	0,000	0,000	0,000	5,950

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Almacen de produccion**

**REACCIONES EN LOS APOYOS.**

**(kN y mkN)**

12	-2,685	-6,647	0,000	0,000	0,000	1,174
13	-20,297	3,173	0,000	0,000	0,000	49,619
14	3,419	-34,834	0,000	0,000	0,000	-26,115

## NOTACIONES DE BARRAS DE ACERO-I

### Límite elástico

$f_y$  varía con la calidad y espesor del acero.

### Coefficiente parcial para la resistencia del acero:

$\gamma_M$  Coeficiente parcial de seguridad para la resistencia del acero según artículo 15.3 de la EAE.

### Esfuerzos de cálculo:

$N_{Ed}$  esfuerzo axial 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 1 y 2, respecto al eje  $y-y$ .

### Esfuerzos de agotamiento de la sección:

$N_{pl}$  esfuerzo axial 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.

### Coefficientes de interacción

$k_{y,y}$ ,  $k_{y,z}$ ,  $k_{z,y}$ ,  $k_{z,z}$  coeficientes de interacción correspondientes a elementos sometidos a compresión y flexión, artículo 35.3 de la EAE, obtenidos según la tabla 35.3.c(a), Método 2 de la EAE.

# NOTACIONES DE BARRAS DE ACERO-II

## Pandeo lateral

$$M_{cr} = C_1 \cdot [\pi / (k_\phi \cdot l_v)] \cdot (G I_t \cdot E I_y)^{0.5} \cdot (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{0.5} \text{ siendo:}$$

$C_1$  coeficiente que depende del diagrama de momentos flectores respecto al eje z-z y condiciones de sustentación de las secciones arriostradas;

$k_\phi$  coeficiente para el que se adoptan los valores siguientes:

$k_\phi = 1$  si los apoyos liberan el giro torsional;

$k_\phi = 0,50$  si los apoyos son empotramientos que coaccionan totalmente el giro torsional;

$k_\phi = 0,70$  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:

$$\kappa = k_\phi \cdot l_v \cdot (G I_t / E I_A)^{0.5}$$

$I_A$  módulo de albeo 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)

$$\text{Ec.1 - } i = N_{Ed} / (A^* \cdot x_{fy} / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \cdot (W_y \cdot x_{fy} / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \cdot x_{fy} / \gamma_M)$$

**Pandeo eje débil y-y** (con y sin vuelco)

$$\text{Ec.2 - } i = N_{Ed} / \{X_y \cdot (A^* \cdot x_{fy} / \gamma_M)\} + k_{yz} \cdot M_z^* / \{X_{LT} \cdot (W_z \cdot x_{fy} / \gamma_M)\} + k_{yy} \cdot M_y^* / (W_y \cdot x_{fy} / \gamma_M)$$

**Pandeo eje fuerte z-z** (con y sin vuelco)

$$\text{Ec.3 - } i = N_{Ed} / \{X_z \cdot (A^* \cdot x_{fy} / \gamma_M)\} + k_{zz} \cdot M_z^* / \{X_{LT} \cdot (W_z \cdot x_{fy} / \gamma_M)\} + k_{zy} \cdot M_y^* / (W_y \cdot x_{fy} / \gamma_M)$$

$$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed} \quad M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed} \quad A^* = A_{eff} \quad \text{En secciones de clase 1,2 ó 3 } e_{N,y} = 0; \quad e_{N,z} = 0$$

Si  $N_d > 0$  (barra traccionada), los coeficientes  $X_y$  y  $X_z$  valen 1.

Si no hay vuelco  $X_{LT}$  vale 1.

$$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed} \quad M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed} \quad A^* = A_{eff}$$

Los coeficientes  $k_{yy}$ ,  $k_{yz}$ ,  $k_{zy}$ ,  $k_{zz}$  según tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$$M_{cr} = c_1 \cdot x \cdot (\pi / L_v) \cdot (G \cdot I_t \cdot E \cdot I_y)^{0.5} \cdot \{(1 + \pi^2 / \kappa^2)^{0.5}\}; \quad \kappa = L_v \cdot x \cdot \{I_t / (2,6 \cdot I_A)\}^{0.5}$$

## COMPROBACION DE BARRAS

### COMPROBACION DE BARRAS.

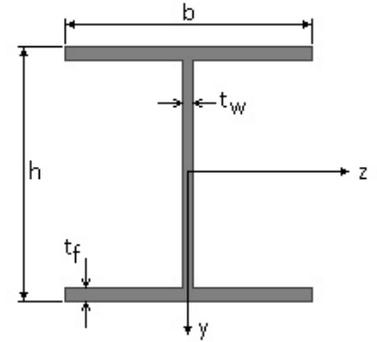
Barra : 1

I HEB. Tamaño : 180

**Proyecto : Planta de compostaje**  
**Estructura : Almacen de produccion**

**COMPROBACION DE BARRAS.**

Material : Acero S-275



Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
65,3	426	151	482	226,8

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
3830	1360	46,5

Módulos de elasticidad y Resistencias N/mm <sup>2</sup>			
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>
210000	80769,2	275	410

Dimensiones en mm

b = 180      h = 180  
t<sub>w</sub> = 8,5      t<sub>f</sub> = 14

Pandeo						
Eje	$l_k (m) = \beta \times l$	$\lambda$	$\lambda_E$	$\lambda_{adimensional}$	$\Phi$	X
z-z	6,23 = 1,25 x 5,00	81,33	86,81	0,94	1,06	0,637
y-y	5,00 = 1,00 x 5,00	109,56	86,81	1,26	1,56	0,405

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_y / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_z / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

**Aclaración de notaciones**

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAIXIAL** (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

$i(\text{Comb.:3}) = 47,89 \times 10^3 / (6530 \times 275 / 1,05) + 95,66 \times 10^6 / \{1 \times 482000 \times 275 / 1,05\} = 0,786$  (206 N/mm<sup>2</sup>)

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)  $\lambda_{adim,y}(3) = 1,26$ ;  $\lambda_y(3) = 110$ ;  $\beta_y(3) = 1,00$

$N_{Rk} = 6530 \times 275 / 1,05 = 171024$  N;       $N_{Ed} = -47890$  N

$C_{my} = 0,60$ ;  $C_{mz} = 0,90$ ;  $k_{yz} = 0,418$ ;  $k_{yy} = 0,735$

$i(\text{Comb.:3}) = 51453,89 / (0,405 \times 6530 \times 275 / 1,05) + 0,418 \times 95660528 / \{1 \times 482000 \times 275 / 1,05\} = 0,391$  (102 N/mm<sup>2</sup>)

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)  $\lambda_{adimensional,z}(3) = 1,13$ ;  $\lambda_z(3) = 98$ ;  $\beta_z(3) = 1,50$ ;  $\alpha_{Crif}(3) = 27,4$

$N_{Rk} = 6530 \times 275 / 1,05 = 171024$  N;       $N_{Ed} = -47890$  N

**Proyecto : Planta de compostaje**  
**Estructura : Almacen de produccion**

**COMPROBACION DE BARRAS.**

$C_{my} = 0,60$ ;  $C_{mz} = 0,90$ ;  $k_{zy} = 0,441$ ;  $k_{zz} = 0,697$

$i(\text{Comb.:3}) = 51453,89 / (0,52 \times 6530 \times 275 / 1,05) + 0,7 \times 95660528 / \{1 \times 482000 \times 275 / 1,05\} = 0,586$  (154 N/mm<sup>2</sup>)

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 :  $V_{y,Ed} = 33372,18$  N Combinación : 3

Area eficaz a corte :  $A_{y,v} = 2029$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,y,Rd} = 2029 \times 275 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 306807$  N Ec.8

$i(3) = 33372 / 306807 = 0,109$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

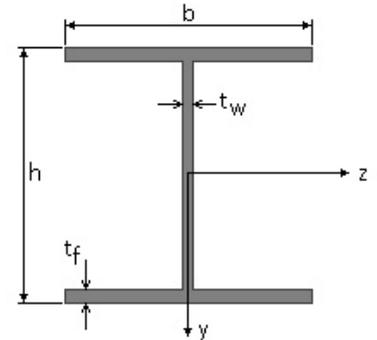
**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 79 %

**Barra : 2**

I HEB. Tamaño : 180

Material : Acero S-275



Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
65,3	426	151	482	226,8

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
3830	1360	46,5

Módulos de elasticidad y Resistencias N/mm <sup>2</sup>			
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>
210000	80769,2	275	410

Dimensiones en mm

b = 180      h = 180  
t<sub>w</sub> = 8,5      t<sub>f</sub> = 14

Pandeo						
Eje	$l_k (m) = \beta \times l$	$\lambda$	$\lambda_E$	$\lambda_{adimensional}$	$\Phi$	X
z-z	12,04 = 2,41 x 5,00	157,2	86,81	1,81	2,41	0,249
y-y	5,00 = 1,00 x 5,00	109,56	86,81	1,26	1,56	0,405

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Almacen de produccion

### COMPROBACION DE BARRAS.

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAxIAL** (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

$i(\text{Comb.:7}) = 43,3 \times 10^3 / (6530 \times 275 / 1,05) + 98,61 \times 10^6 / \{1 \times 482000 \times 275 / 1,05\} = 0,806$  (211 N/mm<sup>2</sup>)

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)**  $\lambda_{adim,y}(7) = 1,26$ ;  $\lambda_y(7) = 110$ ;  $\beta_y(7) = 1,00$

$N_{Rk} = 6530 \times 275 / 1,05 = 171024$  N;       $N_{Ed} = -43297$  N

$C_{my} = 0,60$ ;  $C_{mz} = 0,90$ ;       $k_{yz} = 0,417$ ;       $k_{yy} = 0,729$

$i(\text{Comb.:7}) = 46860,98 / (0,405 \times 6530 \times 275 / 1,05) + 0,417 \times 98607424 / \{1 \times 482000 \times 275 / 1,05\} = 0,394$  (103 N/mm<sup>2</sup>)

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)**  $\lambda_{adimensional,z}(7) = 1,17$ ;  $\lambda_z(7) = 101$ ;  $\beta_z(7) = 1,54$ ;  $\alpha_{crit}(7) = 28,23$

$N_{Rk} = 6530 \times 275 / 1,05 = 171024$  N;       $N_{Ed} = -43297$  N

$C_{my} = 0,60$ ;  $C_{mz} = 0,90$ ;       $k_{zy} = 0,437$ ;       $k_{zz} = 0,695$

$i(\text{Comb.:7}) = 46860,98 / (0,5 \times 6530 \times 275 / 1,05) + 0,7 \times 98607424 / \{1 \times 482000 \times 275 / 1,05\} = 0,598$  (157 N/mm<sup>2</sup>)

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 :  $V_{y,Ed} = 42215,87$  N      Combinación : 7

Area eficaz a corte :  $A_{y,v} = 2029$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,y,Rd} = 2029 \times 275 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 306807$  N      Ec.8

$i(7) = 42216 / 306807 = 0,138$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 81 %

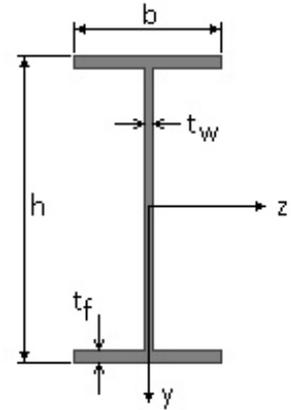
**Barra : 3**

**Proyecto : Planta de compostaje**  
**Estructura : Almacén de producción**

**COMPROBACION DE BARRAS.**

IPE. Tamaño : 270

Material : Acero S-275



Dimensiones en mm

b = 135      h = 270  
t\_w = 6,6      t\_f = 10,2

Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
45,9	429	62,2	484	92,9

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
5790	420	15,4

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	275	410	

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

**Aclaración de notaciones**

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAxIAL** (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:3}) = 42,53 \times 10^3 / (4590 \times 275 / 1,05) + 95,66 \times 10^6 / \{1 \times 484000 \times 275 / 1,05\} = 0,790$  (207 N/mm<sup>2</sup>)

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 :  $V_{y,Ed} = 40783,98$  N      Combinación : 7

Area eficaz a corte :  $A_{y,v} = 2209,32$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,y,Rd} = 2209,3 \times 275 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 334073$  N      Ec.8

$i(7) = 40784 / 334073 = 0,122$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

**DEFORMACIONES**

**Flecha vano**

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (7): 12,9 mm      adm.=l/300 = 29 mm

**Proyecto : Planta de compostaje**  
**Estructura : Almacen de produccion**

**COMPROBACION DE BARRAS.**

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 4 mm adm.=l/300 = 29 mm.

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

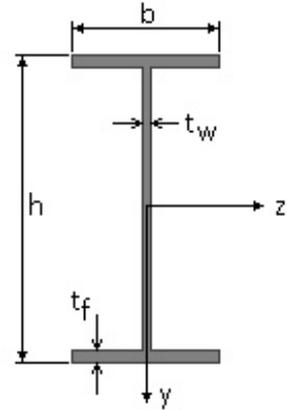
Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 80 %

Aprovechamiento por flecha de la barra : 44 %

**Barra : 4**

IPE. Tamaño : 270

Material : Acero S-275



Dimensiones en mm

b = 135      h = 270  
t\_w = 6,6      t\_f = 10,2

Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
45,9	429	62,2	484	92,9

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
5790	420	15,4

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	275	410	

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}; \quad \kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$$

$$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}; \quad \kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$$

**Aclaración de notaciones**

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAIXIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)**

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

$$i(\text{Comb.:7}) = 43,36 \times 10^3 / (4590 \times 275 / 1,05) + 97,59 \times 10^6 / \{1 \times 484000 \times 275 / 1,05\} = 0,806 \quad (211 \text{ N/mm}^2)$$

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 :  $V_{y,Ed} = 39831,41 \text{ N}$       Combinación : 3

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 2209,32 \text{ mm}^2$

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Almacen de produccion

#### COMPROBACION DE BARRAS.

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,y,Rd} = 2209,3 \times 275 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 334073 \text{ N}$  Ec.8

$i(3) = 39831 / 334073 = 0,12$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 20 / 20

#### DEFORMACIONES

##### Flecha vano

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (14): 10,3 mm adm.=l/300 = 29 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 3,9 mm adm.=l/300 = 29 mm.

#### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 81 %

Aprovechamiento por flecha de la barra : 35 %

#### RELACION DE BARRAS FUERA DE NORMA.

Todas las barras cumplen

**TODOS LOS DESPLAZAMIENTOS SOLICITADOS DE LOS NUDOS CUMPLEN.**

## PLACAS DE ANCLAJE

#### PLACAS DE ANCLAJE

##### Nudo : 1

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :

PLACA BASE	390 x 400 x 30 mm.
CARTELAS	150 x 400 x 15 mm.
ANCLAJES PRINCIPALES	2 Ø 20 de 980 mm. en cada paramento.

COMPROBACIONES :

##### HORMIGON

$$\sigma_{\text{hormigón}}(3) = 10 \times (4 \times 100 \times (10 \times 2,59 + x(,5 \times 0,4 - 0,05))) / (40 \times 0,39(0,875 \times 40 - 5)) = 6,7 \text{ N/mm}^2$$

(Res. Portante = 22 N/mm<sup>2</sup>)

##### ESPESOR PLACA BASE

$$\sigma_{\text{acero placa}}(3) = 10 \times (6 \times 0,001 \times 33130 / 3^2) = 220,8 \text{ N/mm}^2$$

(límite = 275 N/mm<sup>2</sup>)

##### ANCLAJE

Tracción máxima en anclajes (3) = 105,8 kN

Índice tracción rosca del anclaje (3) = 0,97

Long. anclaje EC-3 = 980 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm<sup>2</sup>)

##### ESPESOR DE LA CARTELA

$$\sigma_{\text{flexión}}(3) = 140,3 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{límite} = 275 \text{ N/mm}^2)$$

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Almacen de produccion

### PLACAS DE ANCLAJE

(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	390 x 420 x 30 mm.
CARTELAS	150 x 420 x 15 mm.
ANCLAJES PRINCIPALES	3 Ø 20 de 842 mm. en cada paramento.

COMPROBACIONES :

HORMIGON

$$\sigma_{\text{hormigón}}(7) = 10 \times (4 \times 100 \times (10 \times 2,61 + x(,5 \times 0,42 - 0,05))) / (42 \times 0,39(0.875 \times 42 - 5)) = 7,8 \text{ N/mm}^2$$

(Res. Portante = 22 N/mm<sup>2</sup>)

ESPESOR PLACA BASE

$$\sigma_{\text{acero placa}}(7) = 10 \times (6 \times 0.001 \times 37129 / 3^2) = 247,5 \text{ N/mm}^2$$

(límite = 275 N/mm<sup>2</sup>)

ANCLAJE

Tracción máxima en anclajes (7) = 90,89 kN  
Indice tracción rosca del anclaje (7) = 0,83  
Long. anclaje EC-3 = 842 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm<sup>2</sup>)

ESPESOR DE LA CARTELA

$$\sigma_{\text{flexión}}(7) = 191,9 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{límite} = 275 \text{ N/mm}^2)$$

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

## ZAPATAS

### ZAPATAS.

#### 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.)
1,80	1,70	1,40	0,29	0,28	0,00

fctd (N/mm <sup>2</sup> )	fcv (N/mm <sup>2</sup> )
1,20	0,13

COMBINACION :3

**Proyecto : Planta de compostaje**  
**Estructura : Almacen de produccion**

**ZAPATAS.**

Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + 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.)
138,54	22,49	0,00	79,33	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma a$	$\sigma b$	$\sigma c$	$\sigma d$
0,00	0,17	0,17	0,00

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
1,57	3,08

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai,y (cm <sup>2</sup> )	As,y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
-65,89	24,42	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai,z (cm <sup>2</sup> )	As,z (cm <sup>2</sup> )	
-7,92	-7,92	0,01	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.)
93,93	-18,09	0,00	-54,62	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma a$	$\sigma b$	$\sigma c$	$\sigma d$
0,11	0,00	0,00	0,11

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
1,55	2,60

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai,y (cm <sup>2</sup> )	As,y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
24,42	-36,81	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai,z (cm <sup>2</sup> )	As,z (cm <sup>2</sup> )	
1,94	1,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

COMBINACION :10

Combinación más desfavorable para : tension media terreno

**Proyecto : Planta de compostaje**  
**Estructura : Almacen de produccion**

**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.)
139,18	3,41	0,00	13,95	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,03	0,06	0,06	0,03

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
8,98	20,43

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai,y (cm <sup>2</sup> )	As,y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
-16,59	-0,68	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai,z (cm <sup>2</sup> )	As,z (cm <sup>2</sup> )	
-8,03	-8,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

COMBINACION :14

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.)
85,70	0,90	0,00	-9,50	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,04	0,02	0,02	0,04

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
8,12	47,42

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai,y (cm <sup>2</sup> )	As,y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
9,48	-1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai,z (cm <sup>2</sup> )	As,z (cm <sup>2</sup> )	
3,78	3,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

**Nudo : 2**

**Proyecto : Planta de compostaje**  
**Estructura : Almacen de produccion**

**ZAPATAS.**

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	1,40	0,30	0,28	0,00

fctd(N/mm <sup>2</sup> )	fcv(N/mm <sup>2</sup> )
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.)
176,85	-22,49	0,00	-79,33	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,10	0,00	0,00	0,10

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
2,34	3,93

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai,y (cm <sup>2</sup> )	As,y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
34,32	-57,43	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai,z (cm <sup>2</sup> )	As,z (cm <sup>2</sup> )
-9,82	-9,82	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

COMBINACION :7

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.)
171,93	-32,18	0,00	-117,74	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,16	0,00	0,00	0,16

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
1,53	2,67

**Proyecto : Planta de compostaje**  
**Estructura : Almacen de produccion**

**ZAPATAS.**

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.						Armaduras y punzonamiento.		
MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai, y (cm <sup>2</sup> )	As, y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
40,81	-99,55	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai, z (cm <sup>2</sup> )	As, z (cm <sup>2</sup> )	
-8,49	-8,49	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

COMBINACION :10

Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + 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.)
171,93	-32,18	0,00	-117,74	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,16	0,00	0,00	0,16

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
1,53	2,67

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.						Armaduras y punzonamiento.		
MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai, y (cm <sup>2</sup> )	As, y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
40,81	-99,55	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai, z (cm <sup>2</sup> )	As, z (cm <sup>2</sup> )	
-8,49	-8,49	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

COMBINACION :14

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.)
124,05	-0,88	0,00	9,62	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,02	0,04	0,04	0,02

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
13,54	70,10

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Almacen de produccion

#### ZAPATAS.

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai, y (cm <sup>2</sup> )	As, y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
-0,74	10,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai, z (cm <sup>2</sup> )	As, z (cm <sup>2</sup> )	
4,70	4,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

## CORREAS

#### CALCULO DE CORREAS.

CARGA PERMANENTE : 0,15 kN/m<sup>2</sup>/Cubierta. Duración permanente  
CARGA MANTENIMIENTO : 0,4 kN/m<sup>2</sup>/Proy. horizontal. Duración corta  
CARGA NIEVE : 0,472 kN/m<sup>2</sup>/Proy. horizontal. Duración corta  
VIENTO PRESION MAYOR : 0,119 kN/m<sup>2</sup>/Cubierta. Duración corta  
VIENTO SUCCION MAYOR : 0,635 kN/m<sup>2</sup>/Cubierta. Duración corta  
CARGA CONCENTRADA MANTENIMIENTO : 1 kN. Duración corta

MATERIAL CORREAS : Acero S-275  
SECCION : IPE 100  
PENDIENTE FALDON : 20 % Equiv. a 11 °  
SEPARACION CORREAS : 1 m.  
POSICION CORREAS : Normal al faldón  
NUMERO TIRANTILLAS POR VANO : SUJETA

LUZ DEL VANO : 5 m.  
NUMERO DE VANOS CONTINUOS : 3  
ALTITUD TOPOGRAFICA : 772

Tension  $\sigma_1 = 3338404 / 39400 + 0 / 8600 = 84,73$  N/mm<sup>2</sup>

indice =  $\sigma_1 / \sigma_{275} / 1,05 = 0,32$

$\sigma_1$  Corresponde a : Permanente + 'Mantenimiento' + Nieve + Viento

Donde 'Mantenimiento' es la acción variable dominante

Este índice se corresponde con : Carga mantenimiento uniforme

Flecha vano relativa a la integridad en combinación característica  $\delta_1 = 10,75$  mm. Admisible = 16,67 mm.

$\delta_1$  Corresponde a : Permanente + 'Mantenimiento' + Nieve + Viento

Donde 'Mantenimiento' es la acción variable dominante

Flecha vano relativa a la apariencia en combinación casi permanente  $\delta_1 = 5,42$  mm. Admisible = 16,67 mm.

$\delta_1$  Corresponde a : Permanente + 'Mantenimiento' + Nieve + Viento

Donde 'Mantenimiento' es la acción variable dominante

**Proyecto : Planta de compostaje**  
**Estructura : Almacen de produccion**

## MEDICIONES

### MEDICIONES.

#### BARRAS

TIPO	DIMENSION	LONG. (m)	Peso (kg.)
I HEB	180	10	512,7
IPE	270	17,45	628,5
<b>Subtotal .....</b>			<b>1141,2</b>

#### PLACAS DE ANCLAJE

CHAPA	PESO (Kg.)	
# 15	29,0	
# 30	75,4	
<b>Subtotal .....</b>		<b>104,4</b>

#### ANCLAJES y BULONES

REDONDO	LONG. (m)	PESO (Kg.)
Ø 20	12,27	30,3
<b>Subtotal .....</b>		<b>30,3</b>

#### ZAPATA :1

	MEDICION	PRECIO
EXCAVACION	4,3	107,1
HORMIGON	4,3	514,1
ACERO	28,8	1008,9
<b>Subtotal .....</b>		<b>1630,1</b>

#### ZAPATA :2

	MEDICION	PRECIO
EXCAVACION	5,9	147,0
HORMIGON	5,9	705,6
ACERO	39,6	1384,8
<b>Subtotal .....</b>		<b>2237,4</b>

## **E. Caseta de riego**

### Datos generales

- Número de nudos: 5.
- Número de barras: 4.
- Número de hipótesis de carga/ combinación de hipótesis: 6/14.
- Material: acero S-275.
- Se incluye el peso propio de la estructura.
- Método de cálculo: segundo orden.
- Coeficiente de minoración del hormigón: 1,5.
- Coeficiente de minoración del acero: 1,5.
- Tensión admisible del terreno: 0,2 N/mm<sup>2</sup>.
- Coeficiente de rozamiento de las zapatas al terreno: 0,5
- Coeficiente de mayoración de las acciones: 1,5
- Coeficiente de seguridad al vuelco: 1,5.
- Coeficiente de seguridad a deslizamientos: 1,5.

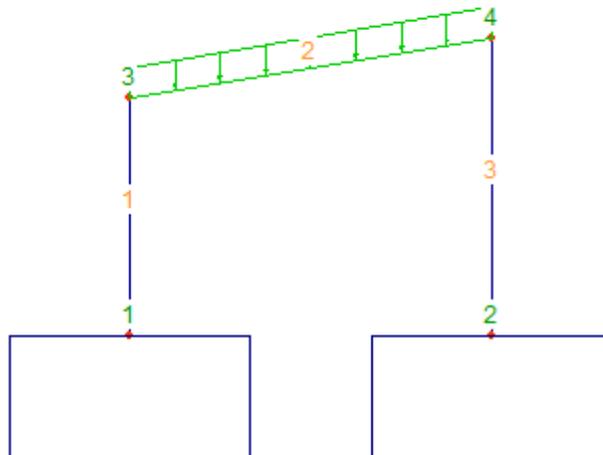


Imagen 5: Esquema de la estructura de la caseta de riego (Metalpla, 2020)

Tabla 20: Hipótesis de carga en caseta de riego

DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA	DURACIÓN
<b>Permanente</b>	Permanente	No procede
<b>Mantenimiento</b>	Categoría G: Cubiertas accesibles para mantenimiento	No procede
<b>Nieve</b>	Nieve : Altitud < 1.000 m sobre el nivel del mar	No procede
<b>Viento transversal A</b>	Viento: Cargas en edificación	No procede
<b>Viento transversal B</b>	Viento: Cargas en edificación	No procede
<b>Viento longitudinal</b>	Viento: Cargas en edificación	No procede

**Tabla 21: Barras de caseta de riego**

Nº	ELEMENTO	PERFIL	TAMAÑO	MATERIAL
1	Pilar	Tubo cuadrado	90.90.3	Acero S-275 JO
2	Viga	Tubo cuadrado	70.70.3	Acero S-275 JO
3	Pilar	Tubo cuadrado	70.70.3	Acero S-275 JO

**Tabla 22: Combinación de hipótesis en caseta de riego**

VALOR	HIPÓTESIS					
	1	2	3	4	5	6
COMBINACIÓN	1	2	3	4	5	6
1	1,35	1,5				
2	1,35		1,5			
3	1,35			1,5		
4	1,35				1,5	
5	1,35					1,5
6	1,35	1,5	0,75	0,9	0,9	0,9
7	1,35		1,5	0,9	0,9	0,9
8	1,35		0,75	1,5	0,9	0,9
9	1,35		0,75	0,9	1,5	0,9
10	1,35		0,75	0,9	0,9	1,5

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Caseta de riego

### DATOS GENERALES

#### Datos Generales

Número de nudos .....	4
Número de barras .....	3
Número de hipótesis de carga .....	6
Número de combinación de hipótesis .....	10
Material .....	Acero S-235
Se incluye el peso propio de la estructura .....	Sí
Método de cálculo .....	Segundo Orden

#### Hipótesis de carga

Núm	Descripción	Categoría	Duración
1	Permanente	Permanente	No procede
2	Mantenimiento	Categoría G: Cubiertas accesibles para mantenimiento	No procede
3	Nieve	Nieve : Altitud < 1.000 m sobre el nivel del mar	No procede
4	Viento transversal A	Viento: Cargas en edificación	No procede
5	Viento transversal B	Viento: Cargas en edificación	No procede
6	Viento longitudinal	Viento: Cargas en edificación	No procede

### NUDOS

#### NUDOS. Coordenadas en metros.

Número	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Coacción
1	0,00	0,00	0,00	Empotramiento
2	3,00	0,00	0,00	Empotramiento
3	0,00	2,00	0,00	Nudo libre
4	3,00	2,50	0,00	Nudo libre

### BARRAS

#### BARRAS. (kN m / radián)

Barra	Nudo i	Nudo j	Clase	Lep	Lept	Grupo	Beta	Articulación
1	1	3	Pilar	4,47	2,00	1	0,00	Sin enlaces articulados
2	3	4	Viga	0,00	0,00	2	0,00	Sin enlaces articulados
3	2	4	Pilar	0,00	0,00	0	0,00	Sin enlaces articulados

#### BARRAS.

Barra	Tabla	Tamaño	Material
1	Tubo Cuadrado	90.90.3	Material menú

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Caseta de riego

#### BARRAS.

Barra	Tabla	Tamaño	Material
2	Tubo Cuadrado	70.70.3	Material menú
3	Tubo Cuadrado	70.70.3	Material menú

#### CARGAS EN BARRA

CARGAS EN BARRAS.			(kN y mkN)	Angulo : grados sexagesimales			
Hip.	Barra	Tipo	Ejes	Intensidad	Angulo	Dist.(m.)	L.Aplic.(m)
1	1	Uniforme p.p.	Generales	0,085	90	0,00	0,00
1	2	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
1	2	Uniforme	Generales	0,503	90	0,00	0,00
1	3	Uniforme p.p.	Generales	0,066	90	0,00	0,00
2	2	Uniforme	Generales	1,306	90	0,00	0,00
3	2	Uniforme	Generales	1,541	90	0,00	0,00
4	1	Uniforme	Generales	2,219	0	0,00	0,00
4	2	Uniforme	Generales	0,704	257	0,00	0,00
4	2	Parcial uniforme	Generales	4,228	257	0,00	0,30
5	1	Uniforme	Generales	2,219	0	0,00	0,00
5	2	Uniforme	Generales	0,472	77,05	0,00	0,00
6	1	Uniforme	Generales	2,461	180	0,00	0,00
6	2	Uniforme	Generales	2,451	257	0,00	0,00

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

#### COMBINACIONES DE HIPOTESIS

##### COMBINACION DE HIPOTESIS.

VALOR	HIPOTESIS					
COMBINACION	1	2	3	4	5	6
1	1,35	1,50				
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	0,75	0,90	0,90	0,90
7	1,35		1,50	0,90	0,90	0,90
8	1,35		0,75	1,50	0,90	0,90
9	1,35		0,75	0,90	1,50	0,90
10	1,35		0,75	0,90	0,90	1,50

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Caseta de riego

## DATOS DE CALCULO DE CIMENTACION

### DATOS DE PLACAS DE ANCLAJE y ZAPATAS.

#### DATOS GENERALES

HORMIGON	:	Resistencia característica (N/mm <sup>2</sup> .).....	: 25
HORMIGON	:	Coeficiente de minoración $\phi_c$ .....	: 1,5
ACERO	:	Límite elástico característico (N/mm <sup>2</sup> ).....	: 500
ACERO	:	Coeficiente de minoración $\phi_s$ .....	: 1,15
TERRENO	:	Tensión admisible (N/mm <sup>2</sup> ).....	: 0,2
TERRENO	:	Coeficiente de rozamiento zapata terreno .....	: 0,5
ACCIONES	:	Coeficiente de mayoración $\phi_f$ .....	: 1,5
VUELCO	:	Coeficiente de seguridad.....	: 1,5
DESLIZAMIENTO	:	Coeficiente de seguridad.....	: 1,5
PRECIO	:	Excavación (Euros/m <sup>3</sup> ).....	: 25
PRECIO	:	Hormigón (Euros/m <sup>3</sup> ).....	: 120
PRECIO	:	Acero (Euros/kg.).....	: 35
PRECIO	:	Pórtico metálico (Euros/kg.).....	: 2,1
PRECIO	:	Correas (Euros/kg.).....	: 2,5
PRECIO	:	Viga carril (Euros/kg.).....	: 2,1

N.GRU	A/B-max	H-min	HT (m.)	$\delta$ (DEP/A)	F (kN.)	DF (m.)	Nudo
0	1	0	0		0	0	1
0	1	0	0		0	0	2

## DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS

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

#### Nudo : 1

Clase	Combinación	Desp. X	Desp. Y	Desp. Z	Giro X	Giro Y	Giro Z
<i>Cálculo</i>	<b>1</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Integridad</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Confort</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Apariencia</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cálculo</i>	<b>2</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Integridad</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Confort</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Apariencia</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cálculo</i>	<b>3</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



**Proyecto : Planta de compostaje****Estructura : Caseta de riego**

<b>DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.</b>		<b>(mm , 100 x rad. )</b>					
<i>Integridad</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Confort</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Apariencia</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cálculo</i>	<b>2</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Integridad</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Confort</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Apariencia</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cálculo</i>	<b>3</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Integridad</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Confort</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Apariencia</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cálculo</i>	<b>4</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Integridad</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Confort</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Apariencia</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cálculo</i>	<b>5</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Integridad</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Confort</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Apariencia</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cálculo</i>	<b>6</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Integridad</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Confort</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Apariencia</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cálculo</i>	<b>7</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Integridad</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Confort</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Apariencia</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cálculo</i>	<b>8</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Integridad</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Confort</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Apariencia</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cálculo</i>	<b>9</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Integridad</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Confort</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Apariencia</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cálculo</i>	<b>10</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Proyecto : Planta de compostaje****Estructura : Caseta de riego****DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS. (mm , 100 x rad. )**

<i>Integridad</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Confort</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Apariencia</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Nudo : 3**

<b>Clase</b>	<b>Combinación</b>	<b>Desp. X</b>	<b>Desp. Y</b>	<b>Desp. Z</b>	<b>Giro X</b>	<b>Giro Y</b>	<b>Giro Z</b>
<i>Cálculo</i>	<b>1</b>	2,87	-0,04	0,00	0,00	0,00	-0,53
<i>Integridad</i>		1,35	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,25
<i>Confort</i>		1,35	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,25
<i>Apariencia</i>		0,59	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,11
<i>Cálculo</i>	<b>2</b>	3,25	-0,05	0,00	0,00	0,00	-0,59
<i>Integridad</i>		1,59	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,29
<i>Confort</i>		1,59	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,29
<i>Apariencia</i>		0,59	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,11
<i>Cálculo</i>	<b>3</b>	5,26	0,02	0,00	0,00	0,00	-0,06
<i>Integridad</i>		2,99	0,02	0,00	0,00	0,00	0,06
<i>Confort</i>		2,99	0,02	0,00	0,00	0,00	0,06
<i>Apariencia</i>		0,59	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,11
<i>Cálculo</i>	<b>4</b>	14,12	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,82
<i>Integridad</i>		8,79	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,44
<i>Confort</i>		8,79	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,44
<i>Apariencia</i>		0,59	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,11
<i>Cálculo</i>	<b>5</b>	-24,12	0,03	0,00	0,00	0,00	1,55
<i>Integridad</i>		-16,87	0,03	0,00	0,00	0,00	1,15
<i>Confort</i>		-16,87	0,03	0,00	0,00	0,00	1,15
<i>Apariencia</i>		0,59	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,11
<i>Cálculo</i>	<b>6</b>	-0,58	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,05
<i>Integridad</i>		-0,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06
<i>Confort</i>		-2,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22
<i>Apariencia</i>		0,59	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,11
<i>Cálculo</i>	<b>7</b>	-1,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
<i>Integridad</i>		-1,46	0,01	0,00	0,00	0,00	0,16
<i>Confort</i>		-3,50	0,02	0,00	0,00	0,00	0,47
<i>Apariencia</i>		0,59	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,11
<i>Cálculo</i>	<b>8</b>	-0,79	0,03	0,00	0,00	0,00	0,36

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Caseta de riego**

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

<i>Integridad</i>		-1,06	0,03	0,00	0,00	0,00	0,33
<i>Confort</i>		-3,50	0,02	0,00	0,00	0,00	0,47
<i>Apariencia</i>		0,59	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,11
<i>Cálculo</i>	<b>9</b>	2,67	0,01	0,00	0,00	0,00	0,05
<i>Integridad</i>		1,26	0,02	0,00	0,00	0,00	0,13
<i>Confort</i>		-3,50	0,02	0,00	0,00	0,00	0,47
<i>Apariencia</i>		0,59	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,11
<i>Cálculo</i>	<b>10</b>	-12,56	0,03	0,00	0,00	0,00	1,00
<i>Integridad</i>		-9,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,77
<i>Confort</i>		-3,50	0,02	0,00	0,00	0,00	0,47
<i>Apariencia</i>		0,59	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,11

**Nudo : 4**

<b>Clase</b>	<b>Combinación</b>	<b>Desp. X</b>	<b>Desp. Y</b>	<b>Desp. Z</b>	<b>Giro X</b>	<b>Giro Y</b>	<b>Giro Z</b>
<i>Cálculo</i>	<b>1</b>	2,86	-0,06	0,00	0,00	0,00	0,59
<i>Integridad</i>		1,34	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,28
<i>Confort</i>		1,34	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,28
<i>Apariencia</i>		0,58	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,12
<i>Cálculo</i>	<b>2</b>	3,24	-0,07	0,00	0,00	0,00	0,67
<i>Integridad</i>		1,58	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,33
<i>Confort</i>		1,58	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,33
<i>Apariencia</i>		0,58	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,12
<i>Cálculo</i>	<b>3</b>	5,25	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,23
<i>Integridad</i>		2,99	0,01	0,00	0,00	0,00	-0,26
<i>Confort</i>		2,99	0,01	0,00	0,00	0,00	-0,26
<i>Apariencia</i>		0,58	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,12
<i>Cálculo</i>	<b>4</b>	14,11	-0,04	0,00	0,00	0,00	0,03
<i>Integridad</i>		8,78	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,09
<i>Confort</i>		8,78	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,09
<i>Apariencia</i>		0,58	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,12
<i>Cálculo</i>	<b>5</b>	-24,11	0,07	0,00	0,00	0,00	-0,16
<i>Integridad</i>		-16,86	0,06	0,00	0,00	0,00	-0,21
<i>Confort</i>		-16,86	0,06	0,00	0,00	0,00	-0,21
<i>Apariencia</i>		0,58	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,12
<i>Cálculo</i>	<b>6</b>	-0,60	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,33

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Caseta de riego

DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS.		(mm , 100 x rad. )					
<i>Integridad</i>		-0,92	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,11
<i>Confort</i>		-2,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
<i>Apariencia</i>		0,58	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,12
<i>Cálculo</i>	<b>7</b>	-1,42	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,15
<i>Integridad</i>		-1,47	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01
<i>Confort</i>		-3,50	0,03	0,00	0,00	0,00	-0,24
<i>Apariencia</i>		0,58	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,12
<i>Cálculo</i>	<b>8</b>	-0,80	0,02	0,00	0,00	0,00	-0,25
<i>Integridad</i>		-1,06	0,03	0,00	0,00	0,00	-0,28
<i>Confort</i>		-3,50	0,03	0,00	0,00	0,00	-0,24
<i>Apariencia</i>		0,58	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,12
<i>Cálculo</i>	<b>9</b>	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,15
<i>Integridad</i>		1,25	0,01	0,00	0,00	0,00	-0,21
<i>Confort</i>		-3,50	0,03	0,00	0,00	0,00	-0,24
<i>Apariencia</i>		0,58	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,12
<i>Cálculo</i>	<b>10</b>	-12,56	0,05	0,00	0,00	0,00	-0,23
<i>Integridad</i>		-9,00	0,04	0,00	0,00	0,00	-0,26
<i>Confort</i>		-3,50	0,03	0,00	0,00	0,00	-0,24
<i>Apariencia</i>		0,58	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,12

**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), corresponde 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 dividido por el coeficiente de rigidez del enlace.

## FUERZAS EN EXTREMOS DE BARRAS

### ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)

Barra : 1

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
----------	------	------	------------	------------	--------	-----------	-----------

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Caseta de riego**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

1	1	-4,597	0,986	0,000	0,000	0,000	-0,261
	3	-4,367	0,986	0,000	0,000	0,000	-1,698
2	1	-5,162	1,114	0,000	0,000	0,000	-0,294
	3	-4,931	1,114	0,000	0,000	0,000	-1,917
3	1	2,138	-5,277	0,000	0,000	0,000	3,129
	3	2,368	1,380	0,000	0,000	0,000	0,757
4	1	-1,982	-5,756	0,000	0,000	0,000	4,676
	3	-1,752	0,901	0,000	0,000	0,000	0,206
5	1	3,119	7,296	0,000	0,000	0,000	-6,936
	3	3,350	-0,087	0,000	0,000	0,000	-0,199
6	1	-1,876	-1,318	0,000	0,000	0,000	0,205
	3	-1,645	2,241	0,000	0,000	0,000	-1,130
7	1	-0,589	-1,609	0,000	0,000	0,000	0,285
	3	-0,358	1,950	0,000	0,000	0,000	-0,627
8	1	2,704	-4,248	0,000	0,000	0,000	1,686
	3	2,934	1,973	0,000	0,000	0,000	0,592
9	1	1,051	-4,438	0,000	0,000	0,000	2,288
	3	1,281	1,784	0,000	0,000	0,000	0,363
10	1	3,096	0,783	0,000	0,000	0,000	-2,344
	3	3,326	1,389	0,000	0,000	0,000	0,210

**Barra : 2**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	3	-1,691	-4,146	0,000	0,000	0,000	1,698
	4	-0,327	4,037	0,000	0,000	0,000	-1,532
2	3	-1,909	-4,681	0,000	0,000	0,000	1,917
	4	-0,369	4,559	0,000	0,000	0,000	-1,731
3	3	-0,972	2,563	0,000	0,000	0,000	-0,757
	4	-0,276	-0,237	0,000	0,000	0,000	-0,177
4	3	-1,177	-1,580	0,000	0,000	0,000	-0,206
	4	-0,924	2,875	0,000	0,000	0,000	-1,764
5	3	0,636	3,290	0,000	0,000	0,000	0,199
	4	1,701	-5,566	0,000	0,000	0,000	3,263
6	3	-2,481	-1,255	0,000	0,000	0,000	1,130
	4	-0,023	1,925	0,000	0,000	0,000	-0,588
7	3	-1,982	-0,033	0,000	0,000	0,000	0,627
	4	0,074	0,737	0,000	0,000	0,000	-0,137
8	3	-1,464	3,219	0,000	0,000	0,000	-0,592
	4	0,139	-1,521	0,000	0,000	0,000	0,612

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Caseta de riego**

**ESFUERZOS EN EJES PRINCIPALES DE SECCION EN LOS EXTREMOS DE BARRA. (kN y mkN)**

9	3	-1,549	1,557	0,000	0,000	0,000	-0,363
	4	-0,123	-0,280	0,000	0,000	0,000	-0,018
10	3	-0,823	3,509	0,000	0,000	0,000	-0,210
	4	0,927	-3,652	0,000	0,000	0,000	1,990

**Barra : 3**

Combinac	Nudo	Axil	Cortante y	Cortante z	Torsor	Momento y	Momento z
1	2	-4,152	-0,986	0,000	0,000	0,000	0,945
	4	-3,928	-0,986	0,000	0,000	0,000	1,532
2	2	-4,659	-1,114	0,000	0,000	0,000	1,069
	4	-4,436	-1,114	0,000	0,000	0,000	1,731
3	2	0,056	-0,234	0,000	0,000	0,000	0,407
	4	0,279	-0,234	0,000	0,000	0,000	0,177
4	2	-2,908	-1,384	0,000	0,000	0,000	1,736
	4	-2,684	-1,384	0,000	0,000	0,000	1,764
5	2	4,987	2,593	0,000	0,000	0,000	-3,098
	4	5,210	2,593	0,000	0,000	0,000	-3,263
6	2	-2,119	-0,339	0,000	0,000	0,000	0,259
	4	-1,895	-0,339	0,000	0,000	0,000	0,588
7	2	-0,963	-0,048	0,000	0,000	0,000	-0,018
	4	-0,739	-0,048	0,000	0,000	0,000	0,137
8	2	1,253	0,387	0,000	0,000	0,000	-0,354
	4	1,477	0,387	0,000	0,000	0,000	-0,612
9	2	0,073	-0,075	0,000	0,000	0,000	0,170
	4	0,297	-0,075	0,000	0,000	0,000	0,018
10	2	3,227	1,515	0,000	0,000	0,000	-1,757
	4	3,450	1,515	0,000	0,000	0,000	-1,990

**REACCIONES EN LOS APOYOS**

**REACCIONES EN LOS APOYOS. (kN y mkN)**

**Nudo : 1**

Combinación	Reacc. X	Reacc. Y	Reacc. Z	Mom. X	Mom. Y	Mom. Z
1	0,986	4,597	0,000	0,000	0,000	-0,261
2	1,114	5,162	0,000	0,000	0,000	-0,294
3	-5,277	-2,138	0,000	0,000	0,000	3,129
4	-5,756	1,982	0,000	0,000	0,000	4,676
5	7,296	-3,119	0,000	0,000	0,000	-6,936
6	-1,318	1,876	0,000	0,000	0,000	0,205
7	-1,609	0,589	0,000	0,000	0,000	0,285

**Proyecto : Planta de compostaje****Estructura : Caseta de riego****REACCIONES EN LOS APOYOS.****(kN y mkN)**

8	-4,248	-2,704	0,000	0,000	0,000	1,686
9	-4,438	-1,051	0,000	0,000	0,000	2,288
10	0,783	-3,096	0,000	0,000	0,000	-2,344

**Nudo : 2**

<b>Combinación</b>	<b>Reacc. X</b>	<b>Reacc. Y</b>	<b>Reacc. Z</b>	<b>Mom. X</b>	<b>Mom. Y</b>	<b>Mom. Z</b>
1	-0,986	4,152	0,000	0,000	0,000	0,945
2	-1,114	4,659	0,000	0,000	0,000	1,069
3	-0,234	-0,056	0,000	0,000	0,000	0,407
4	-1,384	2,908	0,000	0,000	0,000	1,736
5	2,593	-4,987	0,000	0,000	0,000	-3,098
6	-0,339	2,119	0,000	0,000	0,000	0,259
7	-0,048	0,963	0,000	0,000	0,000	-0,018
8	0,387	-1,253	0,000	0,000	0,000	-0,354
9	-0,075	-0,073	0,000	0,000	0,000	0,170
10	1,515	-3,227	0,000	0,000	0,000	-1,757

## NOTACIONES DE BARRAS DE ACERO-I

### Limite elástico

$f_y$  varía con la calidad y espesor del acero.

### Coefficiente parcial para la resistencia del acero:

$\gamma_M$  Coeficiente parcial de seguridad para la resistencia del acero según artículo 15.3 de la EAE.

### Esfuerzos de cálculo:

$N_{Ed}$  esfuerzo axial 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 1 y 2, respecto al eje  $y-y$ .

### Esfuerzos de agotamiento de la sección:

$N_{pl}$  esfuerzo axial 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.

### Coefficientes de interacción

$k_{y,y}$ ,  $k_{y,z}$ ,  $k_{z,y}$ ,  $k_{z,z}$  coeficientes de interacción correspondientes a elementos sometidos a compresión y flexión, artículo 35.3 de la EAE, obtenidos según la tabla 35.3.c(a), Método 2 de la EAE.

# 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;

$k_\phi$  coeficiente para el que se adoptan los valores siguientes:

$k_\phi = 1$  si los apoyos liberan el giro torsional;

$k_\phi = 0,50$  si los apoyos son empotramientos que coaccionan totalmente el giro torsional;

$k_\phi = 0,70$  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 albeo 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)

$$Ec.1 - i = N_{Ed} / (A^* \cdot f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \cdot (W_y \cdot f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \cdot f_y / \gamma_M)$$

**Pandeo eje débil y-y** (con y sin vuelco)

$$Ec.2 - i = N_{Ed} / \{X_y \cdot (A^* \cdot f_y / \gamma_M)\} + k_{yz} \cdot M_z^* / \{X_{LT} \cdot (W_z \cdot f_y / \gamma_M)\} + k_{yy} \cdot M_y^* / (W_y \cdot f_y / \gamma_M)$$

**Pandeo eje fuerte z-z** (con y sin vuelco)

$$Ec.3 - i = N_{Ed} / \{X_z \cdot (A^* \cdot f_y / \gamma_M)\} + k_{zz} \cdot M_z^* / \{X_{LT} \cdot (W_z \cdot f_y / \gamma_M)\} + k_{zy} \cdot M_y^* / (W_y \cdot f_y / \gamma_M)$$

$$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed} \quad M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed} \quad A^* = A_{eff} \quad \text{En secciones de clase 1,2 ó 3 } e_{N,y} = 0; \quad e_{N,z} = 0$$

Si  $N_d > 0$  (barra traccionada), los coeficientes  $X_y$  y  $X_z$  valen 1.

Si no hay vuelco  $X_{LT}$  vale 1.

$$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed} \quad M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed} \quad A^* = A_{eff}$$

Los coeficientes  $k_{yy}$ ,  $k_{yz}$ ,  $k_{zy}$ ,  $k_{zz}$  según tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$$M_{cr} = c_1 \cdot (\pi / L_v) \cdot (G \cdot I_t \cdot E \cdot I_y)^{0.5} \cdot \{(1 + \pi^2 / \kappa^2)^{0.5}\}; \quad \kappa = L_v \cdot \{I_t / (2,6 \cdot I_A)\}^{0.5}$$

## COMPROBACION DE BARRAS

### COMPROBACION DE BARRAS.

**Barra : 1**

Tubo Cuadrado. Tamaño : 90.90.3

# Proyecto : Planta de compostaje

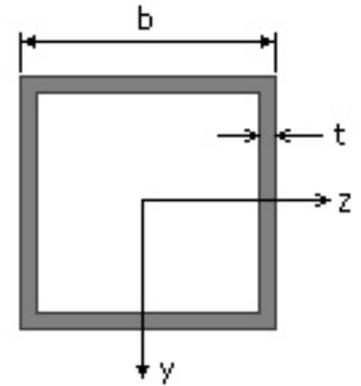
## Estructura : Caseta de riego

### COMPROBACION DE BARRAS.

Material : Acero S-235

Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
10,55	29,3	29,3	34	34

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
131	131	202



Dimensiones en mm

$$b = 90$$

$$t = 3$$

Módulos de elasticidad y Resistencias N/mm <sup>2</sup>			
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>
210000	80769,2	235	360

Pandeo						
Eje	$l_k (m) = \beta \times l$	$\lambda$	$\lambda_E$	$\lambda_{adimensional}$	$\Phi$	X
z-z	4,47 = 2,24 x 2,00	126,93	93,91	1,35	1,61	0,403
y-y	2,00 = 1,00 x 2,00	56,76	93,91	0,6	0,75	0,835

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M^*_y / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M^*_z / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M^*_y = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M^*_z = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}; \quad \kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$$

$$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}; \quad \kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$$

**Aclaración de notaciones**

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAxIAL** (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

**Ec.1 - Agotamiento por plastificación**

$$i(\text{Comb.:5}) = 3,21 \times 10^3 / (1055 \times 235 / 1,05) + 6,94 \times 10^6 / \{1 \times 34000 \times 235 / 1,05\} = 0,925 \quad (207 \text{ N/mm}^2)$$

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)  $\lambda_{adim,y}(4) = 0,60$ ;  $\lambda_y(4) = 57$ ;  $\beta_y(4) = 1,00$

$$N_{Rk} = 1055 \times 235 / 1,05 = 23612 \text{ N}; \quad N_{Ed} = -1711 \text{ N}$$

$$C_{my} = 0,60; \quad C_{mz} = 0,90; \quad k_{yz} = 0,405; \quad k_{yy} = 0,669$$

$$i(\text{Comb.:4}) = 1941,13 / (0,835 \times 1055 \times 235 / 1,05) + 0,405 \times 4676487 / \{1 \times 34000 \times 235 / 1,05\} = 0,259 \quad (58 \text{ N/mm}^2)$$

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)  $\lambda_{adimensional,z}(4) = 1,13$ ;  $\lambda_z(4) = 106$ ;  $\beta_z(4) = 1,87$ ;  $\alpha_{crit}(4) = 99,41$

$$N_{Rk} = 1055 \times 235 / 1,05 = 23612 \text{ N}; \quad N_{Ed} = -1711 \text{ N}$$

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Caseta de riego

### COMPROBACION DE BARRAS.

$$C_{my} = 0,60; C_{mz} = 0,90; k_{zy} = 0,401; k_{zz} = 0,674$$

$$i(\text{Comb.:4}) = 1941,13 / (0,52 \times 1055 \times 235 / 1,05) + 0,67 \times 4676487 / \{1 \times 34000 \times 235 / 1,05\} = 0,430 \text{ (96 N/mm}^2\text{)}$$

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 :  $V_{y,Ed} = 7257,9 \text{ N}$  Combinación : 5

Area eficaz a corte :  $A_{y,V} = 527,5 \text{ mm}^2$

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,y,Rd} = 527,5 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 68162 \text{ N Ec.8}$

$i(5) = 7258 / 68162 = 0,106$  Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

#### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 93 %

#### Barra : 2

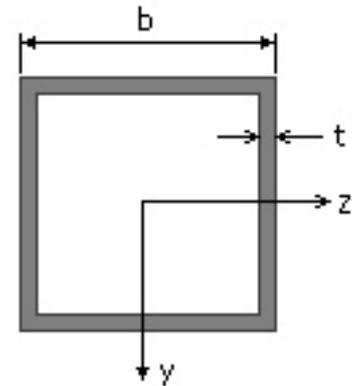
Tubo Cuadrado. Tamaño : 70.70.3

Material : Acero S-235

Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> , cm <sup>4</sup> .)				
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
8,19	17,2	17,2	20,2	20,2

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
60,2	60,2	92,6

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	235	360	



Dimensiones en mm

$$b = 70$$

$$t = 3$$

#### Fórmulas universales (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}; \quad \kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$$

$$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}; \quad \kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$$

**Aclaración de notaciones**

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Caseta de riego

#### COMPROBACION DE BARRAS.

ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAIXIAL (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$$i(\text{Comb.:5}) = 1,7 \times 10^3 / (819 \times 235 / 1,05) + 3,26 \times 10^6 / \{1 \times 20200 \times 235 / 1,05\} = 0,731 \quad (164 \text{ N/mm}^2)$$

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 :  $V_{y,Ed} = 5565,84 \text{ N}$       Combinación : 5

Area eficaz a corte :  $A_{y,v} = 409,5 \text{ mm}^2$

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,y,Rd} = 409,5 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 52914 \text{ N}$       Ec.8

$i(5) = 5566 / 52914 = 0,105$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 20 / 20

#### DEFORMACIONES

Flecha vano

Flecha vano asociada a la integridad en combinación característica (5): 9,7 mm      adm.=l/300 = 10,1 mm

Flecha vano asociada a la apariencia en combinación casi permanente (1): 1,8 mm      adm.=l/300 = 10,1 mm.

#### INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 74 %

Aprovechamiento por flecha de la barra : 96 %

#### Barra : 3

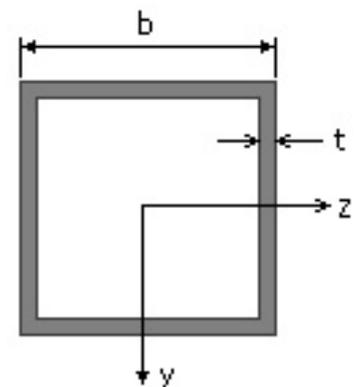
Tubo Cuadrado. Tamaño : 70.70.3

Material : Acero S-235

Características mecánicas (cm <sup>2</sup> , cm <sup>3</sup> ,cm <sup>4</sup> .)				
Area	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,y</sub>
8,19	17,2	17,2	20,2	20,2

I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>tor</sub>
60,2	60,2	92,6

Módulos de elasticidad y Resistencias				N/mm <sup>2</sup>
E	G	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	
210000	80769,2	235	360	



Dimensiones en mm

$$b = 70$$

$$t = 3$$

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Caseta de riego

#### COMPROBACION DE BARRAS.

**Fórmulas universales** (Se considera como eje fuerte el z-z)

Ec.1 -  $i = N_{Ed} / (A^* \times f_y / \gamma_M) + M_y^* / \{X_{LT} \times (W_y \times f_y / \gamma_M)\} + M_z^* / (W_z \times f_y / \gamma_M)$  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)

$M_y^* = M_{y,Ed} + e_{N,y} \times N_{Ed}$        $M_z^* = M_{z,Ed} + e_{N,z} \times N_{Ed}$        $A^* = A_{eff}$       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 tabla 35.3.c(a). Método 2 de la EAE

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

$M_{cr} = c_1 \times (\pi / L_v) \times (G \times I_t \times E \times I_y)^{1/2} \{ (1 + \pi^2 / \kappa^2)^{1/2} \}$ ;       $\kappa = L_v \times \{ I_t / (2,6 \times I_A) \}^{1/2}$

[Aclaración de notaciones](#)

**ESFUERZO AXIAL COMBINADO CON POSIBLE FLEXION BIAxIAL** (N, mm<sup>2</sup>, mm<sup>3</sup>, N/mm<sup>2</sup>, N.mm)

Ec.1 - Agotamiento por plastificación

$i(\text{Comb.:5}) = 5,24 \times 10^3 / (819 \times 235 / 1,05) + 3,26 \times 10^6 / \{1 \times 20200 \times 235 / 1,05\} = 0,750$  (168 N/mm<sup>2</sup>)

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 :  $V_{y,Ed} = 2544,55$  N      Combinación :5

Area eficaz a corte :  $A_{y,v} = 409,5$  mm<sup>2</sup>

Resistencia plástica a cortante  $V_{pl,y,Rd} = 409,5 \times 235 / (\sqrt{3} \times 1,05) = 52914$  N      Ec.8

$i(5) = 2545 / 52914 = 0,048$       Artículo 34.5. Instrucción EAE

Sección : 0 / 20

**INFORME RESUMIDO SOBRE LA VALIDEZ DE LA SECCION**

Aprovechamiento correspondiente al mayor índice de la barra : 76 %

#### RELACION DE BARRAS FUERA DE NORMA.

Todas las barras cumplen

**TODOS LOS DESPLAZAMIENTOS SOLICITADOS DE LOS NUDOS CUMPLEN.**

## PLACAS DE ANCLAJE

### PLACAS DE ANCLAJE

**Nudo : 1**

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE ANCLAJES- COMPROBACION- :

PLACA BASE	300	x	350	x	12	mm.
CARTELAS	150	x	350	x	8	mm.
ANCLAJES PRINCIPALES	2	Ø	20	de	339	mm. en cada paramento.

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Caseta de riego

### PLACAS DE ANCLAJE

COMPROBACIONES :

HORMIGON

$$\sigma_{\text{hormigón}}(5) = 10 \times (4 \times 100 \times (10 \times 0,23 + x \cdot (0,5 \times 0,35 - 0,05))) / (35 \times 0,3 (0,875 \times 35 - 5)) = 1 \text{ N/mm}^2$$

(Res. Portante = 22 N/mm<sup>2</sup>)

ESPESOR PLACA BASE

$$\sigma_{\text{acero placa}}(5) = 10 \times (6 \times 0,001 \times 5259 / 1,2^2) = 219,1 \text{ N/mm}^2$$

(límite = 235 N/mm<sup>2</sup>)

ANCLAJE

Tracción máxima en anclajes (5) = 14,65 kN

Índice tracción rosca del anclaje (5) = 0,13

Long. anclaje EC-3 = 339 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm<sup>2</sup>)

ESPESOR DE LA CARTELA

$$\sigma_{\text{flexión}}(5) = 39 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{límite} = 235 \text{ N/mm}^2)$$

(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 280 x 290 x 10 mm.

CARTELAS 100 x 290 x 8 mm.

ANCLAJES PRINCIPALES 2 Ø 20 de 339 mm. en cada paramento.

COMPROBACIONES :

HORMIGON

$$\sigma_{\text{hormigón}}(5) = 10 \times (4 \times 100 \times (10 \times 0,17 + x \cdot (0,5 \times 0,29 - 0,05))) / (29 \times 0,28 (0,875 \times 29 - 5)) = 0,7 \text{ N/mm}^2$$

(Res. Portante = 22 N/mm<sup>2</sup>)

ESPESOR PLACA BASE

$$\sigma_{\text{acero placa}}(5) = 10 \times (6 \times 0,001 \times 3820 / 1^2) = 229,2 \text{ N/mm}^2$$

(límite = 235 N/mm<sup>2</sup>)

ANCLAJE

Tracción máxima en anclajes (5) = 9,4 kN

Índice tracción rosca del anclaje (5) = 0,08

Long. anclaje EC-3 = 339 mm. (Tens. Adherencia EC-3 = 1 N/mm<sup>2</sup>)

ESPESOR DE LA CARTELA

$$\sigma_{\text{flexión}}(5) = 42,3 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{límite} = 235 \text{ N/mm}^2)$$

(n) : n - Corresponde al número de la combinación de hipótesis que provoca el efecto más desfavorable en la comprobación realizada

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Caseta de riego

### ZAPATAS

#### ZAPATAS.

##### 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.)
1,10	1,10	1,00	0,22	0,20	0,00

fctd (N/mm <sup>2</sup> )	fcv (N/mm <sup>2</sup> )
1,20	0,13

##### COMBINACION :2

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.)
32,59	0,76	0,00	0,97	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma a$	$\sigma b$	$\sigma c$	$\sigma d$
0,02	0,03	0,03	0,02

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
18,47	21,39

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai,y (cm <sup>2</sup> )	As,y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
-0,98	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai,z (cm <sup>2</sup> )	As,z (cm <sup>2</sup> )
-0,50	-0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

##### COMBINACION :5

Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + Arm. superior + vuelco + deslizamiento + 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.)
27,09	4,90	0,00	9,59	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Caseta de riego

#### ZAPATAS.

$\sigma a$	$\sigma b$	$\sigma c$	$\sigma d$
0,00	0,08	0,08	0,00

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
1,55	2,76

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai,y (cm <sup>2</sup> )	As,y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
-6,14	3,83	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai,z (cm <sup>2</sup> )	As,z (cm <sup>2</sup> )	
0,27	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

COMBINACION :10

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.)
27,51	-2,26	0,00	-2,71	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma a$	$\sigma b$	$\sigma c$	$\sigma d$
0,03	0,01	0,01	0,03

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
5,58	6,08

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai,y (cm <sup>2</sup> )	As,y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
1,63	-1,23	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai,z (cm <sup>2</sup> )	As,z (cm <sup>2</sup> )	
0,21	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	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.)
0,90	0,80	0,90	0,18	0,17	0,00

# Proyecto : Planta de compostaje

## Estructura : Caseta de riego

### ZAPATAS.

fctd(N/mm<sup>2</sup>)    fcv(N/mm<sup>2</sup>)  
1,20            0,14

COMBINACION :2

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.)
18,76	-0,76	0,00	-1,41	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,04	0,01	0,01	0,04

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
5,99	12,31

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai,y (cm <sup>2</sup> )	As,y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
0,40	-1,09	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai,z (cm <sup>2</sup> )	As,z (cm <sup>2</sup> )	
-0,29	-0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

COMBINACION :5

Combinación más desfavorable para : Arm. inferior + Arm. superior + vuelco + deslizamiento + 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.)
12,31	1,69	0,00	3,59	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma$ a	$\sigma$ b	$\sigma$ c	$\sigma$ d
0,00	0,06	0,06	0,00

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
1,54	3,64

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai,y (cm <sup>2</sup> )	As,y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
-2,03	1,68	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai,z (cm <sup>2</sup> )	As,z (cm <sup>2</sup> )	

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Caseta de riego

#### ZAPATAS.

0,30      0,30      0,00      0,00      0,00      0,00      0,00      0,00

COMBINACION :10

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.)
14,65	0,42	0,00	0,85	0,00

Tensiones del terreno en vértices de zapata

$\sigma a$	$\sigma b$	$\sigma c$	$\sigma d$
0,01	0,03	0,03	0,01

Seguridad a vuelco y deslizamiento

CSV	CSD
7,78	17,42

Solicitaciones en secciones críticas y tensiones.

Armaduras y punzonamiento.

MFy-	MFy+	$\sigma$ (máx)	Qy-	Qy+	$\tau$	Ai, y (cm <sup>2</sup> )	As, y (cm <sup>2</sup> )	T.punz
-0,35	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

MFz-	MFz+	$\sigma$ (máx)	Qz-	Qz+	$\tau$	Ai, z (cm <sup>2</sup> )	As, z (cm <sup>2</sup> )
0,08	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

## CORREAS

#### CALCULO DE CORREAS.

CARGA PERMANENTE : 0,15 kN/m<sup>2</sup>/Cubierta. Duración permanente  
CARGA MANTENIMIENTO : 0,4 kN/m<sup>2</sup>/Proy. horizontal. Duración corta  
CARGA NIEVE : 0,472 kN/m<sup>2</sup>/Proy. horizontal. Duración corta  
VIENTO PRESION MAYOR : 0,141 kN/m<sup>2</sup>/Cubierta. Duración corta  
VIENTO SUCCION MAYOR : 0,885 kN/m<sup>2</sup>/Cubierta. Duración corta  
CARGA CONCENTRADA MANTENIMIENTO : 1 kN. Duración corta

MATERIAL CORREAS : Acero S-275  
SECCION : Tubo Cuadrado 40.40.2  
PENDIENTE FALDON : 23 % Equiv. a 13 °  
SEPARACION CORREAS : 1 m.  
POSICION CORREAS : Normal al faldón  
NUMERO TIRANTILLAS POR VANO : SUJETA

LUZ DEL VANO : 3 m.  
NUMERO DE VANOS CONTINUOS : 3  
ALTITUD TOPOGRAFICA : 772

## Proyecto : Planta de compostaje

### Estructura : Caseta de riego

#### CALCULO DE CORREAS.

$$\text{Tension } \sigma_1 = 1135490,69 / 4300 + 0 / 4300 = 264,07 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{indice} = \sigma_1 / \sigma_{adm} = 264,07 / 275 = 1,01$$

$\sigma_1$  Corresponde a : Permanente + 'Mantenimiento' + Nieve + Viento

Donde 'Mantenimiento' es la acción variable dominante

Este índice se corresponde con : Carga mantenimiento uniforme

Flecha vano relativa a la integridad en combinación característica  $\sigma_1 = 33,01$  mm. Admisible = 10 mm.

$\sigma_1$  Corresponde a : Permanente + 'Mantenimiento' + Nieve + Viento

Donde 'Mantenimiento' es la acción variable dominante

Flecha vano relativa a la apariencia en combinación casi permanente  $\sigma_1 = 13,03$  mm. Admisible = 10 mm.

$\sigma_1$  Corresponde a : Permanente + 'Mantenimiento' + Nieve + Viento

Donde 'Mantenimiento' es la acción variable dominante

\*\*\* Atención : La correa no vale por tensión

## MEDICIONES

### MEDICIONES.

#### BARRAS

TIPO	DIMENSION	LONG. (m)	Peso (kg.)
Tubo Cuadrado	70.70.3	5,55	35,7
Tubo Cuadrado	90.90.3	2	16,6
<b>Subtotal</b> .....			<b>52,3</b>

#### PLACAS DE ANCLAJE

CHAPA	PESO (Kg.)
# 8	10,3
# 10	6,4
# 12	9,9
<b>Subtotal</b> .....	
<b>26,6</b>	

#### ANCLAJES y BULONES

REDONDO	LONG. (m)	PESO (Kg.)
∅ 20	5,13	12,7

**Proyecto : Planta de compostaje**

**Estructura : Caseta de riego**

**MEDICIONES.**

**Subtotal ..... 12,7**

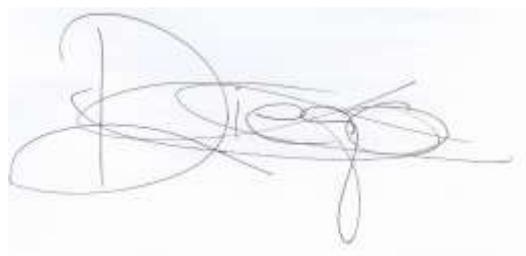
**ZAPATA :1**

	<b>MEDICION</b>	<b>PRECIO</b>
EXCAVACION	1,2	30,3
HORMIGON	1,2	145,3
ACERO	11,4	399,0
	<b>Subtotal .....</b>	<b>574,6</b>

**ZAPATA :2**

	<b>MEDICION</b>	<b>PRECIO</b>
EXCAVACION	0,6	16,2
HORMIGON	0,6	77,8
ACERO	6,8	237,4
	<b>Subtotal .....</b>	<b>331,4</b>

Palencia, a 14 de Julio de 2020



---

Fdo: Diego Conde Cid

Alumno del Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

**MEMORIA**

**ANEXO VII: INGENIERÍA DE LAS  
OBRAS**

**SUBANAEJO II: INSTALACIÓN DE  
SANEAMIENTO**



## ÍNDICE ANEJO VII.II

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. RED DE SANEAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES</b>	<b>1</b>
2.1. Introducción	1
2.2. Dimensionamiento de canalones	2
2.3. Dimensionamiento de bajantes	6
2.4. Dimensionamiento de colectores	9
2.5. Diseño de la red horizontal	11
2.6. Dimensionado de la balsa de pluviales	20
<b>3. RED DE SANEAMIENTO DE AGUAS DE PROCESO</b>	<b>21</b>
3.1. Dimensionado de las cunetas	21
3.2. Dimensionado de colectores	23
3.3. Dimensionado de arquetas	23
3.4. Dimensionado de balsa de lixiviados	23
<b>4. RED DE SANEAMIENTO DE AGUAS DE LIMPIEZA</b>	<b>26</b>
4.1. Necesidades de limpieza	26
4.2. Dimensiones de los colectores	26
4.3. Dimensiones de las arquetas	26
<b>5. RED DE SANEAMIENTO DE AGUAS FECALES</b>	<b>26</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Número de sumideros en función de la superficie de cubierta (CTE-HS5)</i>	2
<i>Tabla 2: Intensidad Pluviométrica <math>i</math> (mm/h) (CTE-HS5)</i>	3
<i>Tabla 3: Cuadro resumen de sumideros por edificio</i>	4
<i>Tabla 4: Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h</i>	5
<i>Tabla 5: Cuadro resumen de diámetros de canalones</i>	6
<i>Tabla 6: Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h</i>	7
<i>Tabla 7: Cuadro resumen de bajantes por edificio</i>	8
<i>Tabla 8: Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h</i>	9
<i>Tabla 9: Cuadro resumen de colectores por edificio</i>	10
<i>Tabla 10: Coeficiente <math>K</math></i>	11
<i>Tabla 11: Diámetro del conducto en función del coeficiente <math>K</math> y la superficie evacuada</i>	12
<i>Tabla 12: Dimensiones y numeración de los colectores de la red horizontal</i>	13
<i>Tabla 13: Diámetro de las arquetas en función del diámetro del colector de salida</i>	16
<i>Tabla 14: Dimensiones y numeración de arquetas a pie de bajante</i>	17
<i>Tabla 15: Dimensiones y numeración de las arquetas de paso</i>	17
<i>Tabla 16: Dimensiones de la balsa de pluviales</i>	21
<i>Tabla 17: Dimensiones de balsa de lixiviados</i>	25

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<i>Imagen 1: Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas (CTE-HS5)</i>	3
<i>Imagen 2: Mapa de coordenadas geográficas para determinación del coeficiente K</i>	11

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1: Factor de corrección de superficie servida</i>	2
<i>Ecuación 2: Superficie corregida</i>	12
<i>Ecuación 3: Capacidad mínima de balsa de pluviales</i>	20
<i>Ecuación 4: Diseño de cunetas</i>	21
<i>Ecuación 5: Volumen de lixiviados producidos por una masa estática</i>	24

## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta instalación de saneamiento es la evacuación de las aguas pluviales, de limpieza y de proceso.

El sistema de evacuación es separativo y se desarrollará en función de la posible utilidad de estas aguas en el proceso de compostaje:

- Las aguas pluviales se consideran aguas limpias que serán recogidas y almacenadas en la balsa de pluviales y, posteriormente, empleados para el riego de las masas de vermicompostaje y fermentación.
- Las aguas de proceso se considerarán como contaminantes y se almacenarán en la balsa de lixiviados. Se emplearán para el riego de los residuos en fermentación que todavía no hayan superado la fase termófila, ya que pueden contener patógenos.

## 2. RED DE SANEAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES

### 2.1. Introducción

El sistema de saneamiento de pluviales, que se instalará en la explotación, está diseñado para alcanzar los objetivos de:

- Evacuar el agua de lluvia recogida en las cubiertas
- Drenar las zonas pavimentadas exteriores

Para la recogida de estas aguas pluviales se diferenciará entre las zonas sucias (antes de la higienización, es decir, la era de fermentación y la zona de recepción) y las zonas limpias (después de la higienización o superficies que no intervienen en el proceso, como viales).

La recogida y evacuación de las aguas pluviales de la cubierta se hará por medio de canalones, bajantes, colectores y arquetas de diferentes tipos según su función (sumidero, sifónica, a pie de bajante, de paso). El resto de las aguas pluviales se eliminarán a través de las distintas arquetas sumidero dispuestas en la planta de tratamiento, las cuales recogerán las aguas de las zonas no edificadas, ya que las soleras de las mismas se construirán de forma que conduzcan el agua hacia ellas.

El almacén de estructurante tiene una superficie de 640 m<sup>2</sup> y una pendiente de 23°; la nave de maduración estará compuesta por dos naves gemelas, con una superficie de 1.100 m<sup>2</sup> y una pendiente de 23° cada una; los invernaderos de vermicompostaje, están compuestos por cuatro invernaderos anexos paralelos a otros cuatro, con una superficie de 4.032 m<sup>2</sup> y el almacén de producto final tiene una superficie de 510 m<sup>2</sup> y una pendiente de 23°. La era de fermentación estará descubierta, con una superficie total de 1.260 m<sup>2</sup>. Toda la lluvia caída sobre la misma se considerará como aguas del proceso y, por tanto, sucias.

## 2.2. Dimensionado de canalones

Los canalones que se colocarán en la cubierta serán de PVC, de sección semicircular, con material aislante en las juntas para evitar pérdidas.

Para obtener el diámetro de los canalones de evacuación de aguas pluviales hay que tener en cuenta la superficie de la cubierta que va a evacuar en el tramo de estudio y la zona pluviométrica de la parcela.

Con el término superficie de cubierta se hace referencia la proyección horizontal de la superficie real de cubierta.

El número mínimo de sumideros que debe disponer cada edificio se calcula en función de la superficie proyectada horizontalmente de la cubierta a la que sirven, a partir de la siguiente tabla:

**Tabla 1: Número de sumideros en función de la superficie de cubierta (CTE-HS5)**

Superficie de cubierta en proyección horizontal (m <sup>2</sup> )	Número de sumideros
S < 100	2
100 < S < 200	3
200 < S < 500	4
S > 500	1 cada 150 m <sup>2</sup>

Para un régimen con una intensidad pluviométrica diferente a 100 mm/h debe aplicarse un factor f de corrección a la superficie servida tal que:

$$f = i/100$$

### **Ecuación 1: Factor de corrección de superficie servida**

Siendo i = la intensidad pluviométrica que se quiere considerar

Para hallar el valor de i es necesario referirse al “*Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas*” del CTE-HS5.



Imagen 1: Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas (CTE-HS5)

Tabla 2; Intensidad Pluviométrica  $i$  (mm/h) (CTE-HS5)

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

Según la ubicación de Valverde de Campos, en la isoyeta 30 de la zona A, el valor de  $i$  será de 90 mm/h. Por lo tanto, aplicando la fórmula,  $f$  será:

$$f = 90/100$$

$$f = 0,9$$

Este factor de corrección se aplicará a la superficie proyectada de las cubiertas, modificándose este valor sustancialmente. Por lo tanto, cada uno de los edificios tendrá el siguiente número de sumideros:

**Tabla 3: Cuadro resumen de sumideros por edificio**

EDIFICIO	SUP. <sup>1</sup> (m <sup>2</sup> )	SUP. CORR (m <sup>2</sup> )	SUMID.	SUP. REC. (m <sup>2</sup> )
Almacén estructurante	320	288	4	72
Nave maduración (I)	550	495	4	124
Nave maduración (II)	550	495	4	124
Invernadero <sup>2</sup> vermicompostaje	252	227	4	63
Almacén producto	255	230	4	58

Como las cubiertas de los edificios son a dos aguas, se ha indicado la superficie de una de las mismas (la mitad de la cubierta). Se dispondrán igual de canalones en ambos faldones de la cubierta, con la longitud indicada.

Para el cálculo del diámetro de los canalones de evacuación de aguas pluviales de sección semicircular (para una intensidad pluviométrica de 100 mm/h) se deben seguir las indicaciones de la siguiente tabla, en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve:

<sup>1</sup> Se considera solo uno de los faldones

<sup>2</sup> Se considera solo uno de los invernaderos del total de 8

**Tabla 4: Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h**

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m <sup>2</sup> )				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	630	250

Siguiendo la anterior tabla y, considerando un 1% de inclinación de los canalones y una superficie servida máxima de 158 m<sup>2</sup>, el diámetro del canalón para las naves de maduración y los faldones anexos de los invernaderos de vermicompostaje será de 200 mm. Debe tenerse en cuenta que, en estas naves y en los invernaderos, que serán gemelos, los faldones anexos verterán aguas al mismo canalón. Por lo tanto, un mismo canalón recibirá aguas de dos faldones, siendo la superficie servida el doble.

En el caso de los almacenes, tanto de estructurante como de producto final, y en los faldones externos de los invernaderos de vermicompostaje, los canalones de 125 mm de diámetro serán suficientes.

Todos los canalones serán de sección semicircular y construidos en PVC.

**Tabla 5: Cuadro resumen de diámetros de canalones**

EDIFICIO	SUP. REC (m <sup>2</sup> )	INCL. (%)	DIAM. (mm)
Almacén estructurante	72	1	125
Nave maduración (faldones exteriores)	124	1	200 <sup>3</sup>
Nave maduración (faldones anexos)	248	1	200
Invernaderos vermicompostaje (faldones exteriores)	63	1	125
Invernaderos vermicompostaje (faldones anexos)	126	1	200
Almacén producto	58	1	125

### 2.3. Dimensionado de bajantes

Las bajantes son las tuberías que canalizan el agua desde los canalones, en la cubierta, hasta las arquetas a pie de bajante, en el suelo. Las bajantes serán de sección circular de PVC. Para evitar que en la bajante entren elementos extraños que puedan ocasionar obstrucciones se colocará una rejilla filtrante de acero en la parte superior.

Por norma, las bajantes no pueden estar a más de 30 m de distancia, desalojando cada una las aguas de una distancia lineal no superior a 20 m. Además, se deben instalar dos bajantes como mínimo para cada edificación. La ubicación exacta de las bajantes y de los canalones para las edificaciones del presente proyecto estará reflejadas en el Documento 2: Planos. Se instalarán tantas bajantes como tramos de canalones.

<sup>3</sup> Se ha seleccionado el diámetro inmediatamente superior porque el margen entre diámetros de canalones es muy próximo

Para el cálculo del diámetro de estas bajantes, se emplea la tabla siguiente, que determina dicho valor en función de la superficie de la cubierta en proyección horizontal servida ( $m^2$ ).

**Tabla 6: Diámetro de las bajantes de aguas pluviales 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

En el caso de las naves de maduración y los invernaderos de vermicompostaje, al ser edificios con infraestructuras anexas, debe diferenciarse entre los canalones y bajantes que sirven a uno o a dos faldones, por lo que la cantidad de agua que deben ser capaces de evacuar será diferente y deben dimensionarse adecuadamente, como ya se ha visto en el caso de los canalones.

Cada una de las bajantes en las naves de maduración sirve a una superficie de  $124 m^2$  en el caso de las exteriores y de  $248 m^2$  en las interiores. A partir de la información que ofrece la Tabla 6, serían necesarias bajantes con un diámetro mínimo de 75 y 90 mm, respectivamente. Como el diámetro de las bajantes no puede ser menor que el de los canalones, el diámetro escogido será el de 150 mm para los faldones exteriores y de 200 mm para los interiores, siendo este el diámetro máximo.

El caso de los invernaderos de vermicompostaje es similar. Las bajantes instaladas en los faldones exteriores recibirán aguas de aproximadamente  $63 m^2$ , mientras que los interiores lo harán de  $126 m^2$ . De igual forma que en el caso anterior, serían necesarias bajantes de 50 y 75 mm. Pero al no poder tener un diámetro inferior a los canalones, se instalarán bajantes de 125 mm para las bajantes de los faldones exteriores y de 200 mm para las de los interiores.

Para los almacenes, la superficie servida es menor, inferior en ambos casos a  $113 m^2$ . Bajantes de 63 mm serían suficientes. Pero siguiendo la anterior norma, las

bajantes no pueden ser de diámetro inferior a los canalones, seleccionándose bajantes de 125 mm.

Por lo tanto, se instalarán el siguiente número y tipo de bajantes:

**Tabla 7: Cuadro resumen de bajantes por edificio**

EDIFICIO	SUP. SERV (m <sup>2</sup> )	BAJANTES <sup>4</sup>	DIAM. (mm)	DIST (m)
Almacén estructurante	77,5	4	125	10,0
Nave maduración (faldones exteriores)	140	4	150	13,8
Nave maduración (faldones anexos)	280	4	200	13,8
Invernadero vermicompostaje (faldones exteriores)	158	4	125	10,5
Invernadero vermicompostaje (faldones anexos)	316	4	200	10,5
Almacén producto	68	4	125	7,5

Las bajantes se ejecutarán de manera que queden aplomadas y fijadas a la obra. La unión se realizará con una abrazadera de fijación en la zona de la embocadura, para que cada tramo de tubo sea autoportante, y una abrazadera de guiado en las zonas intermedias. La distancia entre abrazaderas debe ser de 15 veces el diámetro. Los dos metros inmediatos sobre el nivel del suelo se protegerán con contratubo de fundición.

En el pie de cada bajante se situará una arqueta para la evacuación del agua, que comunicará con un colector horizontal, que irá recogiendo las aguas vertidas por cada una de las bajantes y lo unirá, finalmente, a la red de pluviales.

<sup>4</sup> Bajantes por cada faldón del edificio

## 2.4. Dimensionado de colectores

Los colectores son tuberías que recogen el agua de las bajantes y la llevan a las arquetas, en la cuales, se dirige el agua hacia un desagüe.

El diámetro de los colectores de aguas pluviales se calcula en función de su pendiente y de la superficie a la que sirven.

**Tabla 8: Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h**

Superficie proyectada (m <sup>2</sup> )			Diámetro nominal
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

Esta red recoge tanto las aguas de lluvia procedentes de la urbanización (a través de planos inclinados con una pendiente de 1%) así como las procedentes de la cubierta a través de las bajantes y las arquetas, reduciéndose el número de tuberías necesarias. El sistema trabaja por gravedad.

Se dispondrán colectores a ambos lados de las naves, que recogerán el agua de las bajantes. Para el dimensionamiento se considera que cada tramo de colector va recogiendo las aguas de su bajante y de las anteriores. Por ello, se seleccionará el diámetro que se adapte al máximo caudal, unificando todo el tramo. Es decir, que se considerará que todo el colector, de cada lateral de cada uno de los edificios, será capaz de servir a todo un faldón, que es la capacidad que debería tener el tramo final tras recoger el agua de toda la cubierta.

Considerando los datos de la tabla anterior, los colectores de ambos almacenes deberán ser capaces de servir una superficie total inferior a 323 m<sup>2</sup>, por lo que un diámetro de 110 mm sería suficiente. Pero como el diámetro de sus bajantes es de 125 mm, el del colector no puede ser inferior, por lo que se seleccionará el mismo diámetro.

Hecho similar ocurre en ambos faldones de las naves de maduración y los invernaderos de vermicompostaje. Siguiendo las indicaciones de la tabla anterior los diámetros recomendados serían de 160 mm para los colectores que recogen el agua de las bajantes exteriores y de 200 mm para el colector que se sitúa entre las naves gemelas de maduración. Como los diámetros de sus bajantes son de 200 para los interiores y de 150 mm (nave de maduración) y 125 mm (invernadero de vermicompostaje), serán finalmente estos los diámetros elegidos.

De este modo, considerando una pendiente del 2% en todos los colectores, las dimensiones de los colectores serán:

**Tabla 9: Cuadro resumen de colectores por edificio**

EDIFICIO	SUP. SERV (m <sup>2</sup> )	TRAMOS	INCL (%)	DIAM. (mm)	DIST (m)
Almacén estructurante	320	4	2	125	10,0
Nave maduración (faldones exteriores)	550	4	2	150	13,8
Nave maduración (faldones anexos)	1.120	4	2	200	13,8
Invernadero vermicompostaje (faldones exteriores)	252	4	2	125	10,5
Invernadero vermicompostaje (faldones anexos)	504	4	2	200	10,5
Almacén producto	255	4	2	125	7,5

Debe considerarse que estos colectores, en algunos casos, también conducirán aguas pluviales de la solera, por lo que esta circunstancia debe ser tenida en cuenta para su cálculo. El sobredimensionamiento que se ha hecho en sus diámetros, por causas de cálculo, permite que sean capaces de evacuar todas estas aguas sin problemas.

Finalmente, estos colectores, tras reunir todas las aguas evacuadas por las bajantes, comunicarán con la red general de pluviales, a través de una arqueta.

## 2.5. Diseño de la red horizontal

### A. Colectores

Para el cálculo y dimensionado de los colectores que evacuan las aguas pluviales de las superficies horizontales, a través de sus correspondientes arquetas, se empleará la Normativa Tecnológica Española para Instalaciones de Salubridad y Alcantarillado (NTE-ISA), de 1973.

Para ello, lo primero es determinar el coeficiente K, a partir de las coordenadas geográficas de la explotación, según el mapa (Imagen 2) y la tabla siguiente.

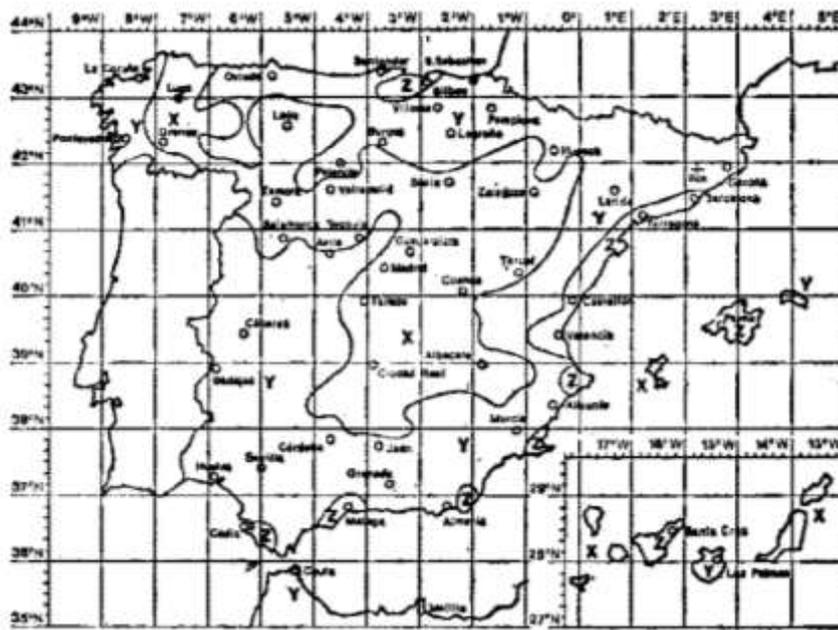


Imagen 2: Mapa de coordenadas geográficas para determinación del coeficiente K

Tabla 10: Coeficiente K

ZONA	X	Y	Z
COEFICIENTE K	1	1,5	2

Valverde de Campos se encuentra en la zona Y, por lo tanto, su coeficiente K será de 1,5. Este valor se emplea para corregir la superficie servida por el colector, a partir de la tabla siguiente.

Tabla 11: Diámetro del conducto en función del coeficiente K y la superficie evacuada

Tabla 1		K · Superficie evacuada en ha														
Pendiente %	1	∨	∨	∨	∨	∨	∨	∨	∨	∨	∨	∨	∨	9,91	13,08	26,40
	2	∨	∨	∨	∨	2,85	4,27	6,08	7,26	10,31	14,05	18,54	37,39			
	3	∨	∨	∨	2,16	3,50	5,25	7,47	8,89	12,63	17,22	22,72	45,82			
	4	∨	∨	1,39	1,88	2,50	4,04	6,06	8,62	10,26	15,15	20,89	26,24	62,93		
	5	0,72	1,08	1,55	2,09	2,79	4,62	6,78	9,65	11,48	16,82	22,24	29,35	69,20		
	6	0,79	1,18	1,69	2,28	3,06	4,98	7,44	10,59	12,58	17,89	24,38	34,65	67,10		
	7	0,87	1,30	1,84	2,48	3,31	5,36	8,04	11,44	13,60	19,32	26,33	40,15	74,80		
	8	0,91	1,36	1,96	2,65	3,54	5,73	8,69	12,23	14,63	20,66	28,16	46,43	∧		
	9	0,97	1,45	2,06	2,81	3,75	6,08	9,12	12,98	15,42	21,91	29,87	∧	∧		
	10	1,02	1,53	2,19	2,95	3,96	6,40	9,60	13,66	16,15	23,10	31,48	∧	∧		
	15	1,25	1,87	2,68	3,62	4,85	7,84	11,76	∧	∧	∧	∧	∧	∧		
	20	1,45	2,18	3,10	4,18	5,60	9,06	∧	∧	∧	∧	∧	∧	∧		
	25	1,62	2,43	3,48	4,70	6,27	∧	∧	∧	∧	∧	∧	∧	∧		
	30	1,77	2,66	3,81	5,14	∧	∧	∧	∧	∧	∧	∧	∧	∧		
	35	1,91	2,86	4,11	∧	∧	∧	∧	∧	∧	∧	∧	∧	∧		
40	2,05	3,08	∧	∧	∧	∧	∧	∧	∧	∧	∧	∧	∧			
50	2,29	∧	∧	∧	∧	∧	∧	∧	∧	∧	∧	∧	∧			
<b>A</b>																
en cm		30	35	40	45	50	60	70	80	105	120	135	150	180		
		Circular								Ovoide						

La tabla anterior indica, a través de la inclinación del colector en tantos por mil (‰), la superficie evacuada (corregida con el coeficiente K) y la sección del colector (circular u ovoide), el diámetro de este colector.

La superficie a la que da servicio cada arqueta y colector debe ser corregida con este coeficiente, siguiendo la siguiente fórmula:

$$S_c = SxK$$

**Ecuación 2: Superficie corregida**

Debido a la orografía del terreno, la balsa de pluviales se ha instalado a una distancia considerable. Con el fin de asegurar que la inclinación se pueda mantener adecuadamente sin riesgo de que la profundidad alcanzada sea excesiva, se seleccionará una inclinación del 1% (10‰ según la tabla anterior). La sección de los colectores será circular en todos sus tramos.

A partir de los datos anteriores, los colectores quedarían dimensionados del siguiente modo.

**Tabla 12: Dimensiones y numeración de los colectores de la red horizontal**

<b>CÓDIGO</b>	<b>COLECTOR (mm)</b>	<b>SUP<sup>5</sup>. (ha)</b>
5 -12	300	0,03825
10-11	300	0,03825
11-12	300	0,06075
12-13	300	0,0804
13-14	300	0,12855
14-15	300	0,13845
15-16	300	0,14655
16-17	300	0,1548
17-18	300	0,16305
23-102	300	0,08475
28-101	300	0,1695
33 -100	300	0,08475
38 -84	300	0,03855
43 - 85	300	0,0756
48- 86	300	0,0756
53 -87	300	0,0756
58 -18	300	0,03855

<sup>5</sup> Con el coeficiente de corrección K

63 -84	300	0,03855
84-85	300	0,08445
68 - 85	300	0,0756
73-86	300	0,0756
78-87	300	0,0756
83-18	300	0,03855
85-86	300	0,243
86-87	300	0,40155
87-18	300	0,5601
83-18	300	0,03855
93-100	300	0,04755
98-100	300	0,04755
99-100	300	0,036
100-101	300	0,25185
101-102	300	0,28785
18-88	300	0,60765
88-89	300	0,61665
89-102	300	0,62565
102-103	350	1,0431

103-104	350	1,0431
104-105	350	1,0521
105-106	350	1,0611
106-107	350	1,0701
107-108	350	1,0791
108-109	350	1,0881
109-110	350	1,1013
110-111	350	1,1112
111-112	350	1,1211
112-114	350	1,131
113-114	300	0,01425
114-balsa	350	1,15515

La numeración de los colectores queda definida a partir de las arquetas que unen, indicadas en los planos. La numeración se inicia desde el lugar más alejado de la balsa de pluviales, correspondiendo el último número a la arqueta previa al vertido a la balsa. De este modo, los colectores, que reciben el nombre por las arquetas que unen, irán incrementado su diámetro a medida que su número aumenta, ya que irán recogiendo las aguas de los colectores anteriores.

Los datos de la Tabla 11 se encuentran en cm. Para armonizarlas con el resto de valores se han convertido en mm en la Tabla 12.

Los colectores serán de PVC, de sección circular, estancos y con superficie interior lisa. Tendrán una pendiente del 1% en todo su recorrido. El trazado de la red debe ser lo más sencillo posible para conseguir una circulación natural por gravedad, evitando los cambios bruscos de dirección, para lo que se dispondrán arquetas.

Las zanjas serán de paredes verticales; su anchura será el diámetro del tubo más 500 mm, y como mínimo de 0,60 m. Su profundidad vendrá definida en función de

las pendientes adoptadas, con el fin de llegar a la balsa de pluviales. Cuando la tubería discorra bajo calzada, se adoptará una profundidad mínima de 80 cm, desde la clave hasta la rasante del terreno.

Los tubos se apoyarán en toda su longitud sobre un lecho de material granular de grava. El relleno se realizará por capas de 10 cm, compactando hasta 30 cm del nivel superior, en que se realizará un último vertido y la compactación final.

## B. Arquetas

Se diferencia entre dos tipos de arquetas: aquellas a pie de bajante y las de paso o sumidero. Para su dimensionado se emplea la siguiente tabla, a partir del diámetro del colector:

**Tabla 13: Diámetro de las arquetas en función del diámetro del colector de salida**

	Diámetro colector (mm)								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
<b>LxA (cm)</b>	40x40	50x50	60x60	60x70	70x70	70x80	80x80	80x90	90x90

Las arquetas serán de fábrica de ladrillo de 12 cm de espesor con juntas de mortero M-40, enfoscado interiormente con mortero 1:3 y con las aristas redondeadas.

La normativa indica que las arquetas deben estar dispuestas sobre cimiento de hormigón, con tapa practicable. Por ello, el fondo se realizará con solera con formación de pendientes de hormigón en masa de resistencia característica 20 N/mm<sup>2</sup>. La tapa de las arquetas será de hormigón armado de resistencia característica 25 N/mm<sup>2</sup> y con rejilla metálica para evitar el acceso de elementos que puedan obstruir la red.

### - Arquetas a pie de bajante

Son las arquetas que enlazan bajantes con colectores. Cada bajante lleva la suya. Al final de cada colector lateral habrá una arqueta que recogerá el agua y lo comunicará con la red general.

La unión de la bajante a la arqueta se realizará mediante un manguito deslizante arenado previamente y recibido a la arqueta. Este arenado permitirá ser recibido con mortero de cemento en la arqueta, garantizando de esta forma una unión estanca.

Estas arquetas a pie de bajante, en algunos casos, también recogerán el agua pluvial caído sobre la horizontal, como ocurre en el pasillo oeste de las naves de

maduración y el este de las de vermicompostaje que, debido a su anchura, serán capaces de asimilarlas.

Como el diámetro de los colectores es similar a lo largo de todo el lateral de los edificios, las arquetas también serán de iguales dimensiones.

**Tabla 14: Dimensiones y numeración de arquetas a pie de bajante**

EDIFICIO	COLECTOR (mm)	LxA (cm)	Nº	CÓDIGO
Almacén estructurante	125	50x50	4	89-92 / 94-97
Nave maduración (faldones exteriores)	150	60x60	4	19-22 / 29-32
Nave maduración (faldones anexos)	200	60x70	4	24 - 27
Invernaderos vermicompostaje (faldones exteriores)	125	50x50	4	34 -37/ 54-57 / 59-62 / 79-82
Invernaderos vermicompostaje (faldones anexos)	200	60x70	4	39-42 / 44-47 / 49-52 / 64-67 / 69-72 / 74-77
Almacén producto	125	50x50	4	1-4 / 6-9

#### - Arquetas de paso

Recogen las aguas de lluvia de la solera mediante la inclinación del 1% de los planos. Se comunican entre sí mediante colectores subterráneos, previamente calculados. Pueden funcionar también como arquetas de paso, comunicando varios colectores y permitiendo cambios de dirección.

El dimensionado de las mismas, se resume a continuación:

**Tabla 15: Dimensiones y numeración de las arquetas de paso**

CÓDIGO	COLECTOR (mm)	LxA (cm)
5	300	70x70
10	300	70x70

11	300	70x70
12	300	70x70
13	300	70x70
14	300	70x70
15	300	70x70
16	300	70x70
17	300	70x70
18	300	70x70
23	300	70x70
28	300	70x70
33	300	70x70
38	300	70x70
43	300	70x70
48	300	70x70
53	300	70x70
58	300	70x70
63	300	70x70
68	300	70x70
73	300	70x70
78	300	70x70
83	300	70x70
84	300	70x70
85	300	70x70

86	300	70x70
87	300	70x70
88	300	70x70
89	300	70x70
93	300	70x70
98	300	70x70
99	300	70x70
100	300	70x70
101	300	70x70
102	350	70x80
104	350	70x80
105	350	70x80
106	350	70x80
107	350	70x80
108	350	70x80
109	350	70x80
110	350	70x80
111	350	70x80
112	350	70x80
113	300	70x70
114	350	70x80

Finalmente, toda el agua recogida será conducida a la balsa de pluviales, donde se almacenará, y será empleada para el riego del material después de que este

haya superado la temperatura de higienización, para evitar su contaminación con patógenos.

## 2.6. Dimensionado de la balsa de pluviales

La balsa de pluviales tiene como función el acúmulo del agua de lluvia caída en la superficie de la explotación para su posterior aprovechamiento en la propia planta. Con ello, se consigue un ahorro en las necesidades de agua, mejorando la eficiencia en el proceso.

Para su dimensionamiento se emplea una fórmula (Ecuación 3), que relaciona la superficie de recogida de aguas pluviales con las lluvias máximas recibidas. Se emplea un factor de seguridad, en función de las precipitaciones medias de la zona. De este modo, se consiguen unas dimensiones que aseguren asimilar las máximas lluvias caídas sin riesgo de desbordamiento. Como superficie de recogida se consideran todas las cubiertas y viales.

$$C = \frac{S \times P_{max} \times f_s}{1.000}$$

### Ecuación 3: Capacidad mínima de balsa de pluviales

Siendo:

- C = capacidad de la balsa (m<sup>3</sup>)
- S = superficie de recogida de pluviales (m<sup>2</sup>)
- P<sub>max</sub> = Precipitaciones máximas en 24 h para un periodo de retorno de 10 años (mm/h)
- f<sub>s</sub> = Factor de seguridad (1,5 para pluviometría anual superior a 600 mm)

De este modo, el volumen mínimo de la balsa debe ser:

$$C = \frac{11.551 \times 66,2 \times 1,5}{1.000} = 1.147 \text{ m}^3$$

Sus dimensiones, corregidas para dar números enteros, serán las siguientes:

**Tabla 16: Dimensiones de la balsa de pluviales**

<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	1.200
<b>Profundidad</b>	5
<b>Largura</b>	27
<b>Anchura</b>	15

### 3. RED DE SANEAMIENTO DE AGUAS DE PROCESO

Las aguas del proceso son los lixiviados liberados por los residuos a lo largo de todo el desarrollo del compostaje, desde la recepción de las materias primas hasta el almacenamiento del producto final.

Estos líquidos serán recogidos y almacenados de forma separada a las aguas pluviales, para poder ser empleados solamente en las etapas anteriores a alcanzar la fase termófila. Es decir, que solo tendrá aplicación en la fermentación.

El sistema de recogida estará formado por una red de cunetas perimetrales y centrales, que recogerán los lixiviados y los conducirán hacia unas arquetas con rejilla, comunicadas a su vez con un colector que evacuará los lixiviados de cada una de las naves. Estos se irán uniendo, hasta comunicar con la balsa de lixiviados. En este caso, las arquetas serán de tipo sifónico, para evitar la aparición de malos olores.

Las cunetas serán de hormigón. Los conductos serán de PVC resistente a la corrosión. Las arquetas serán de tipo de rejilla, para evitar el paso de los sólidos que puedan producir obstrucciones.

#### 3.1. Dimensionado de las cunetas

Para el dimensionado de la sección útil de las cunetas perimetrales, primero será necesario calcular el caudal a evacuar. Se emplearán los datos de la era de fermentación, donde los episodios de lluvias torrenciales pueden requerir exigencias superiores que, en el resto de edificios, donde las cubiertas evitan estos problemas.

$$Q = I \times S \times C$$

#### Ecuación 4: Diseño de cunetas

Dónde:

Q = caudal (l/s)

I = intensidad media de lluvia (mm/s)

S = superficie a drenar

C = Factor de escorrentía (1 para el hormigón)

$$Q = 0,0008 \times 1.200 \times 1$$

$$Q = 0,95 \text{ l/s}$$

Se considerará una velocidad del agua en las canaletas de 1 m/s. Por lo tanto, y empleando la ecuación de continuidad, la sección útil de las cunetas será:

$$S = \frac{Q}{v}$$

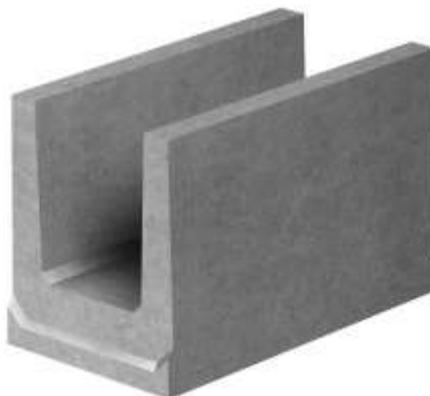
$$S = \frac{0,95}{1} = 0,95 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Conocida la sección, se puede calcular el radio a partir de la ecuación del área circular.

$$S = \pi \times r^2$$

$$r = \sqrt{\frac{0,95 \times 10^{-3}}{\pi}} = 5,5 \text{ mm}$$

El radio obtenido es muy pequeño, por lo que se empleará la cuneta de menor tamaño que haya en el mercado, ya que esta será capaz de responder a las exigencias.



**Imagen 3: Canal cuneta de hormigón prefabricado (56x59 mm)**

Se usarán piezas de hormigón prefabricado, de 56x59mm (Axh), que se instalarán en todas las naves y almacenes, además de en la era de fermentación. Tendrán una inclinación del 1% y conducirán los lixiviados hacia arquetas que comunicarán con los colectores, que finalmente evacuarán los líquidos hacia la red general. Estas cunetas dispondrán de una rejilla metálica en su parte superior, con el fin de evitar la entrada de objetos de gran tamaño que puedan obturar las arquetas y colectores.

### 3.2. Dimensionado de colectores

Estos colectores recogerán los lixiviados de las cunetas, recogidos por las arquetas. Cada una de las naves tendrá un colector general que reunirá todos los lixiviados producidos. Este los evacuará hacia el sistema de recogida de lixiviados.

También se encontrarán colectores en la base de cada una de las literas de vermicompostaje, que recogerán los lixiviados producidos en las mismas.

Para el cálculo de los colectores, se emplea la ecuación de la continuidad, pero debido a que los volúmenes de lixiviados producidos no serán muy altos, como se ha visto en el cálculo de las canaletas perimetrales, se usarán los colectores de menor tamaño ofrecidos por el DB HS, que son de 90 mm, con una pendiente del 1%, para el total del recorrido.

### 3.3. Dimensionado de arquetas

Las arquetas se encuentran en el punto más bajo de la solera y de las literas de vermicompostaje, con el fin de recoger los lixiviados por gravedad. También se emplearán para la conexión de colectores y en la reunión de aguas de diferentes orígenes.

Al igual que en el caso de la red de recogida de pluviales, y siguiendo el DB HS, las dimensiones de las arquetas quedan determinadas por el diámetro del colector al que sirven. Como este es de 90 mm, se empleará el mínimo indicado en la normativa, que es de 40x40 cm, para todas las arquetas.

### 3.4. Dimensionado de balsa de lixiviados

El cálculo de los lixiviados producidos se hará por separado en cada una de las fases en las que estos son susceptibles de producirse, es decir, durante la fermentación, durante la maduración y durante el vermicompostaje. Se considera que las producciones durante el almacenamiento son mínimas en comparación con el resto, por lo que no se tendrán en cuenta para dicho cálculo.

Durante la fase de fermentación se llevarán a cabo volteos semanales de las pilas. Esta actividad, se considera que provoca unas pérdidas de humedad del 10% de la masa. La mezcla de estiércol y paja tiene una humedad aproximada del 60-65%, óptima para el proceso. Por lo tanto, el objetivo es mantenerla dentro de estos valores. Por ello, el riego aportado en cada una de las pilas se irá igual al 10% de su masa.

Cada una de las pilas tiene un peso de 93,7 t de mezcla, con una humedad del 60%, o lo que es lo mismo, 56 t de agua. De este modo y, con una sencilla regla de tres, se obtienen las necesidades de riego de cada una de las pilas:

$$H = 56 \text{ t} \times \frac{10\%}{60\%} = 9,35 \text{ t}$$

Teniendo en cuenta que habrá 7 pilas, las necesidades de riego serán de:

$$H = 9,35 \frac{t}{pila} \times 7 \text{ pilas} = 65,5 t \text{ agua}$$

De cara al dimensionamiento de la balsa de lixiviados, se considera que esta debería ser capaz de asimilar toda esta agua. Como la densidad del agua es 1 t/m<sup>3</sup>, el volumen será de 65,5 m<sup>3</sup> semanales.

Por otro lado, la era de fermentación no posee una cubierta que aisle a las pilas de las precipitaciones. La normativa exige que toda el agua que entre en contacto con los residuos sea considerada como agua sucia o de proceso. Por ello, se empleará la “Ecuación 3” utilizada para el dimensionado de la balsa de pluviales, introduciendo las dimensiones de la era de fermentación, que son 1.260 m<sup>2</sup>.

$$C = \frac{1.260 \times 66,2 \times 1,5}{1.000} = 125 m^3$$

Durante la maduración, tanto las experiencias anteriores como la bibliografía, han demostrado que no suele ser necesario el riego de las pilas. Pero sí pueden producirse ligeras pérdidas de humedad. Por ello, se empleará la siguiente ecuación, que aproxima las pérdidas de una masa de compost estática:

$$V = \frac{C \times l \times t \times f_s}{52}$$

**Ecuación 5: Volumen de lixiviados producidos por una masa estática**

Dónde:

V = volumen de lixiviados producidos (m<sup>3</sup>/año)

C = cantidad de compost acumulado (t/año)

l = % de lixiviados producidos (se estima en un 5% o 0,05 m<sup>3</sup>/t)

t = tiempo que permanece el compost

fs = factor de seguridad (1,3)

Dando como resultado:

$$V = \frac{1.899 \times 0,05 \times 20 \times 1,3}{52} = 47,48 m^3/año$$

El resultado semanal será inferior a 1 m<sup>3</sup>/semana, por lo que no se tendrá en cuenta para el dimensionamiento de la balsa de lixiviados, pero si demuestra la necesidad de la instalación de un sistema de recogida de lixiviados en la solera.

En el caso del vermicompostaje, los requerimientos de humedad de la masa son mayores que en el compostaje, superiores al 80%. Por ello, los riegos serán más frecuentes y continuos. Como el residuo debe estar constantemente humedecido, el método empleado para determinar las necesidades de riego es el de la evapotranspiración (ET<sub>o</sub>), a pesar de que el invernadero se encuentra cerrado. Estos cálculos quedan más detallados en el Anejo VII.III "Instalación de riego".

Como factor de seguridad se dimensionará la red de riego para el periodo con mayores requerimientos que, como demuestra el estudio climático, es de 145 mm en el mes de Julio. Diariamente será necesario regar las literas con 4,68 l/m<sup>2</sup>. Conociendo las dimensiones de todas las literas, que son 1.240 m<sup>2</sup>, se obtienen los requerimientos de riego:

$$N = 1.240 \times 4,68 = 7.250 \text{ l/d}$$

Al igual que en el caso del compostaje, se considerará que toda el agua aplicada es susceptible de llegar a la balsa de lixiviados.

El agua de la balsa de lixiviados retornará al sistema, aunque será empleada solo en el riego de las primeras pilas de la fase activa, antes de superar la fase termófila. Por lo tanto, como este riego será por semana, el dimensionamiento se hará en función de este tiempo, que es el máximo que debe acumular la balsa.

La acumulación de lixiviados semanalmente será la suma de los volúmenes producidos en la fase de compostaje (V<sub>c</sub>) y en la de vermicompostaje (V<sub>v</sub>):

$$V = V_c + V_v$$

$$V = (65,5 + 125) + (7,25 \times 7) = 241 \text{ m}^3/\text{sem}$$

Como factor de seguridad se dimensionará la balsa para el acúmulo de 2 semanas, ya que el consumo de agua, como se ha indicado, solo se empleará en parte de las pilas de la fase activa. Además, en caso de lluvias torrenciales, los lixiviados no desbordarán. Así, el volumen de la balsa de lixiviados será de 482 m<sup>3</sup>. Para facilitar la construcción, se emplearán valores enteros, con lo que las dimensiones de la balsa son las resumidas en la tabla siguiente.

**Tabla 17: Dimensiones de balsa de lixiviados**

<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	510
<b>Largura (m)</b>	18,5
<b>Anchura (m)</b>	14
<b>Profundidad (m)</b>	4,0

## **4. RED DE SANEAMIENTO DE AGUAS DE LIMPIEZA**

### **4.1. Necesidades de limpieza**

La limpieza de los equipos es de gran importancia, no solo por mantenimiento con el fin de alargar su vida útil, sino también por higiene y bioseguridad en el proceso productivo. Por ello, se instalará un sistema de recogida de las aguas de limpieza segregado del resto y que comunicará con la granja, donde tiene su propio sistema de gestión de las aguas de lavado de sus instalaciones. La razón de la instalación de esta tercera línea de recogida de aguas es la presencia de productos químicos y de limpieza, que podrían alterar la dinámica de las poblaciones microbianas, impidiendo de este modo el aprovechamiento de las aguas recogidas para riego.

Para ello, se instalará una arqueta en la parte más baja de ambos almacenes, donde se realizarán las tareas de limpieza con equipos a presión y desinfectante. Dispondrá de tapa, que evitará la entrada de lixiviados cuando no se estén realizando tareas de limpieza. Durante estas operaciones se cerrarán las arquetas de la red de recogida de lixiviados, para evitar la entrada de estas aguas con desinfectantes a la balsa de lixiviados.

### **4.2. Dimensionado de los colectores**

El caudal producido durante la limpieza de los equipos será muy pequeño, por lo que se seguirá el mismo planteamiento que en el apartado anterior. Se seleccionará el colector de menor tamaño que indica el DB HS, que es de 90 mm y una pendiente del 1%, siendo su tamaño suficiente para absorber todas las aguas producidas durante esta tarea.

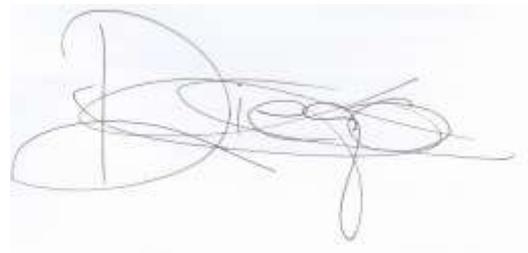
### **4.3. Dimensionado de las arquetas**

De igual modo que en el caso de los colectores, se seguirá el DB HS y se elegirá el tamaño de las arquetas en función de las dimensiones de los colectores. Así, el tipo de arqueta empleado será de 40x40 cm, ubicándose en la parte de menor cota de ambas naves, que coincide con la entrada de las mismas.

## **5. RED DE SANEAMIENTO DE AGUAS FECALES**

La explotación cunícola dispone de todos los servicios sanitarios exigidos por la legislación. Debido a que la planta de compostaje se localiza anexa a la propia granja y serán los propios trabajadores los que gestionen ambas, y con el fin de reducir los gastos innecesarios, no se instalarán infraestructuras para fecales.

Palencia, a 14 de Julio de 2020



Fdo: Diego Conde Cid

Alumno del Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

**MEMORIA**

**ANEXO VII: INGENIERÍA DE LAS  
OBRAS**

**SUBANEJO III: INSTALACIÓN DE RIEGO**



## ÍNDICE ANEJO VII.III

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. CÁLCULO DE NECESIDADES DE RIEGO</b>	<b>1</b>
2.1. Fase activa .....	1
2.2. Vermicompostaje.....	2
2.3. Necesidades totales .....	2
<b>3. DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO</b>	<b>3</b>
3.1. Sistema de riego de fase activa .....	3
3.2. Sistema de riego en vermicompostaje.....	15
<b>4. CÁLCULO DE LA BOMBA</b>	<b>23</b>
4.1. Balsa de lixiviados .....	23
4.2. Balsa de pluviales .....	24
4.3. Resumen .....	25



## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Requerimientos de agua de riego (L/sem) en la explotación</i>	2
<i>Tabla 2: Especificaciones del aspersor de la red de riego de fermentación</i>	6
<i>Tabla 3: Factor de Christiansen</i>	9
<i>Tabla 4: Pérdidas de carga en cada tramo de la red de riego de la fase activa</i>	14
<i>Tabla 5: Pérdidas de carga en red de riego de la fase activa</i>	14
<i>Tabla 6: Características de la boquilla de la red de riego de vermicompostaje</i>	16
<i>Tabla 7: Pérdidas de carga en cada tramo de la red de riego de la fase de vermicompostaje</i>	22
<i>Tabla 8: Pérdidas de carga en red de riego de la fase de vermicompostaje</i>	22
<i>Tabla 9: Tabla resumen de características de las bombas</i>	25

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<i>Imagen 1: Disposición de aspersores en era de fermentación</i>	5
<i>Imagen 2: Aspersor de la red de riego de fermentación</i>	6
<i>Imagen 3: Programador de riego</i>	15
<i>Imagen 4: Disposición de boquillas en sistema de riego de vermicompostaje</i>	16
<i>Imagen 5: Boquilla de red de riego de vermicompostaje</i>	16

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1: Dosis de riego (mm)</i>	4
<i>Ecuación 2: Tiempo mínimo de riego (h)</i>	4
<i>Ecuación 3: Caudal de riego (l/h)</i>	4

<i>Ecuación 4: Caudal de aspersor (l/h)</i>	5
<i>Ecuación 5: Pluviometría del aspersor (mm/h)</i>	5
<i>Ecuación 6: Ecuación de Veronesse-Datei</i>	7
<i>Ecuación 7: Pérdidas de carga máximas admisibles</i>	7
<i>Ecuación 8: Fórmula de Christiansen</i>	7
<i>Ecuación 9: Condición de uniformidad en el primer aspersor</i>	10
<i>Ecuación 10: Condición de uniformidad en el último aspersor</i>	10
<i>Ecuación 11: Ecuación de continuidad</i>	13
<i>Ecuación 13: Potencia de una bomba</i>	23

## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de la instalación de riego es dotar a la explotación de un sistema que garantice que los requerimientos de humedad de los materiales a tratar se mantengan dentro de los límites exigidos, para que el proceso se desarrolle en las mejores condiciones posible.

El compostaje y el vermicompostaje se desarrollan en un ambiente aerobio. Pero para que los microorganismos y las lombrices puedan desarrollar su metabolismo, necesitan un contenido de humedad del ambiente en que se desarrollan. Este es diferente en función de un proceso u otro. Así, en el compostaje, los requerimientos de humedad se encuentran en torno al 60%. En el caso del vermicompostaje, las necesidades son mayores, del 80% o superiores incluso.

Se instalarán dos sistemas de riego independientes, que serán capaces de abastecer las necesidades de agua para cada uno de los procesos, que son la fase activa o de fermentación y la fase de vermicompostaje.

El primero de los sistemas constará de una instalación de riego mediante aspersores, que será móvil, colocándose solo en el momento de riego. En el caso del vermicompostaje, la instalación será fija y suspendida sobre los caballones, empleando boquillas para la difusión del agua. En todos los casos, las tuberías serán de PVC, excepto en las tuberías portagoteros del vermicompostaje, que serán de polietileno.

Previo al dimensionado del sistema de riego, es necesario conocer las necesidades teóricas en cada una de las instalaciones.

## 2. CÁLCULO DE NECESIDADES DE RIEGO

### 2.1. Fase activa

Durante la fase de fermentación se llevarán a cabo volteos de las pilas de forma semanal. El desarrollo de esta actividad se considera que provoca unas pérdidas de humedad del 10% de la masa. La mezcla de estiércol y paja tiene una humedad aproximada del 60-65%, óptima para el proceso. Por lo tanto, el objetivo es mantenerla dentro de estos valores. De este modo, el riego aportado en cada una de las pilas deberá ser capaz de reponer estas pérdidas, siendo un 10% de su masa.

Cada una de las pilas tiene un peso de 93,7 t de mezcla, con una humedad del 60%, o lo que es lo mismo, 56 t de agua. A partir de una sencilla regla de tres, se obtienen las necesidades de riego de cada una de las pilas:

$$H = 56 \text{ t} \times \frac{10\%}{60\%} = 9,35 \text{ t}$$

Teniendo en cuenta que habrá 7 pilas, las necesidades de riego serán de:

$$H = 9,35 \frac{t}{pila} \times 7 \text{ pilas} = 65,4 t \text{ agua}$$

Como la densidad del agua es 1 t/m<sup>3</sup>, el volumen será de 65,4 m<sup>3</sup> en cada aplicación, que será una vez a la semana.

## 2.2. Vermicompostaje

En el caso del vermicompostaje, los requerimientos de humedad de la masa son superiores al compostaje, por encima del 80%. Además, los riegos serán más frecuentes y continuos.

Debido a que el residuo debe estar constantemente humedecido, el método empleado para determinar las necesidades de riego es el de la evapotranspiración (ET<sub>o</sub>). Como factor de seguridad se dimensionará la red de riego para el periodo con mayores requerimientos que, como demuestra el estudio climático, es de 145 mm en el mes de Julio (*Anejo II*). Según estos datos, diariamente será necesario regar las literas con 4,68 l/m<sup>2</sup>. Conociendo las dimensiones de todas las literas, que son 1.240 m<sup>2</sup>, se obtienen los requerimientos de riego:

$$N = 1.240 \times 4,68 = 7.250 \text{ l/d}$$

Al igual que en el caso del compostaje, se considerará que toda el agua aplicada es susceptible de llegar a la balsa de lixiviados.

## 2.3. Necesidades totales

A partir de los cálculos realizados anteriormente, se pueden determinar las necesidades totales que tendrán la explotación de forma semanal, que será la unidad de tiempo empleada. De este modo, los requerimientos semanales de agua de riego serán los siguientes.

**Tabla 1: Requerimientos de agua de riego (L/sem) en la explotación**

FASE	CONSUMO (L/sem)
Fermentación	65.400
Vermicompostaje	50.750
<b>TOTAL</b>	<b>116.150</b>

El agua de riego se obtendrá en primer lugar de las balsas (de pluviales o de lixiviados según sea fermentación o vermicompostaje) y, en caso de no ser suficiente, de la red general, cuya toma principal se encuentra en la granja.

En la era de fermentación se empleará el agua procedente de la balsa de lixiviados para el riego de las pilas que se encuentran en las fases iniciales del proceso, previas a superar la temperatura de higienización. Posteriormente, se emplearán aguas de la balsa de pluviales, que carecen de microorganismos y no tienen riesgo de contaminación del material higienizado.

En los lechos de vermicompostaje se empleará solo el agua de la balsa de pluviales, ya que, como se ha indicado, el compost ha superado la temperatura de higienización y habría riesgo de producir un vermicompost con carga de patógenos.

### **3. DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO**

#### **3.1. Sistema de riego de fase activa**

En la fase activa, el sistema de riego estará compuesto por unos aspersores que se montarán y desmontarán en el momento de su uso, facilitando de este modo el trabajo de la volteadora al no existir ningún elemento en la solera.

Constará de dos líneas diferentes, que tomarán el agua de cada una de las balsas, ya sea la balsa de pluviales o la de lixiviados. Estas tuberías se dispondrán en paralelo en la era de fermentación, y se conectarán los ramales de riego según las necesidades.

Los aspersores que riegan el compost menos maduro, el que se encuentra en el lateral oriental de la solera, serán regados tanto con agua de la balsa de pluviales como de la balsa de lixiviados, conectando los ramales a uno u otro según la disponibilidad de agua en las balsas. Esta masa se podrá regar con agua de lixiviados ya que aún no ha superado la fase activa, por lo que no estará esterilizada. Se primará siempre el riego con aguas de proceso y si esta no es suficiente se empleará agua de lluvia.

Debido a que los cálculos para ambas líneas son similares, se realizará el dimensionamiento para la línea más alejada, que es la que conduce agua de los lixiviados. Esto permitirá que ambas líneas sean capaces de abastecer el riego en las peores condiciones.

#### **A. Cálculo de los aspersores**

El sistema de riego estará compuesto por una serie de aspersores con portaspersores, que se conectarán a la red general a través de tuberías de PVC. Estas se montarán y desmontarán cuando sea necesario regar.

Conocido el volumen (V) y la superficie a regar (S), que es la proyectada por las 7 pilas, se puede determinar la dosis de riego necesaria (D), que se debe aplicar en cada riego semanal.

$$D (mm) = \frac{V (l)}{S (m^2)}$$

**Ecuación 1: Dosis de riego (mm)**

$$D = \frac{65.400}{606} = 108 \text{ mm}$$

La dosis de riego supone la cantidad de agua que se suministra a la masa. Esta debe ser capaz de asimilarla, para evitar fenómenos de escorrentía y lavado de nutrientes. Para ello, es necesario conocer la capacidad de infiltración del agua en el sustrato, también llamada velocidad de infiltración. No existen valores en la bibliografía de este parámetro para el compost, por lo que se emplearán los de la turba, por ser esta la más próxima. La velocidad de infiltración ( $v_{ab}$ ) de la turba es de aproximadamente 15 mm/h. Con ambos valores se puede determinar el tiempo mínimo de riego ( $t_{min}$ )

$$t_{min}(h) = \frac{D (mm)}{v_{ab} (mm/h)}$$

**Ecuación 2: Tiempo mínimo de riego (h)**

$$t_{min} = \frac{108}{15} = 7,2 \text{ h}$$

Para facilitar la organización de las tareas y, como método de seguridad, se tomará el valor de 8h como el tiempo mínimo de riego.

El caudal (Q), queda determinado por sus unidades en el paso de un volumen de agua (V) en un determinado tiempo ( $t_{min}$ ). Conocidos ambos, se puede resolver cuál será el caudal mínimo que debe suministrar la red.

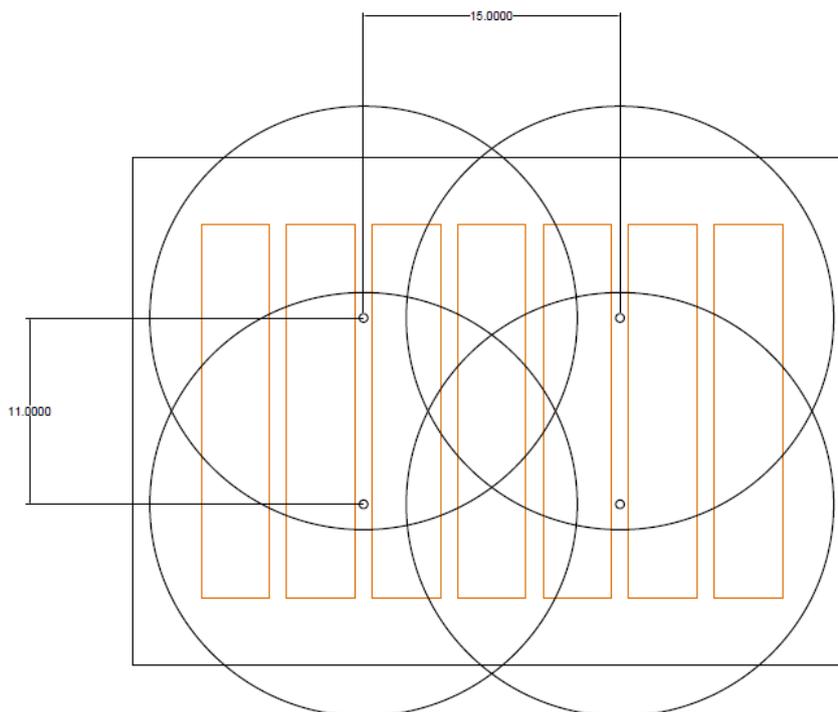
$$Q (l/h) = \frac{V (l)}{t (h)}$$

**Ecuación 3: Caudal de riego (l/h)**

$$Q = \frac{65.400}{8} = 8.175 \text{ l/h}$$

A partir de la disposición y tamaño de las pilas de compostaje, con hileras de 22 m de longitud y separadas 4 m, lo que supone una anchura total de 34 m, se elige

un marco de riego de 11x15 m, con 4 aspersores que se situarán en los pasillos entre pilas.



**Imagen 1: Disposición de aspersores en era de fermentación**

El caudal de los aspersores ( $q$ ), queda determinado a partir del caudal total ( $Q$ ) y el número de aspersores que aplicarán el agua a la vez, que en este caso son 4.

$$q \text{ (l/h)} = \frac{Q \text{ (l/h)}}{n^{\circ} \text{ asp}}$$

**Ecuación 4: Caudal de aspersor (l/h)**

$$q = \frac{8.175}{4} = 2.044 \text{ l/h}$$

La pluviometría del aspersor ( $P_{ms}$ ), caudal del mismo ( $q$ ) y el marco de riego (MR) establecen el tipo de aspersor a seleccionar.

$$P_{ms} \text{ (mm/h)} = \frac{q \text{ (l/h)}}{MR \text{ (m}^2\text{)}}$$

**Ecuación 5: Pluviometría del aspersor (mm/h)**

$$P_{ms} = \frac{2.044}{11 \times 15} = 12,4 \text{ mm/h}$$

Con todos los datos calculados, que quedan resumidos en la siguiente tabla, se elegirá un aspersor de cobertura total. Será capaz de aportar una pluviometría de 13,3 mm/h y un caudal de 2.400 l/h, cumpliendo los requisitos exigidos. Su presión de trabajo será de 4 bar y el diámetro de la boquilla de 5,5 mm.

**Tabla 2: Especificaciones mínimas del aspersor de la red de riego de fermentación**

PARÁMETRO	VALOR
q (l/h)	2.044
P <sub>ms</sub> (mm/h)	12,4
Marco (mxm)	11x15
t (h)	8
P (bar)	4



**Imagen 2: Aspersor de la red de riego de fermentación**

Estos aspersores se instalarán sobre unos portaspersores de 1,5 m de altura. Con ello se conseguirá elevar el arco de riego, permitiendo que el agua supere la altura de las pilas de compostaje, alcanzando toda la superficie a regar.

El marco de riego elegido permite el solape del radio de acción de los aspersores. Aun así, en caso de que en las zonas periféricas de las pilas el agua

aportada no sea suficiente, el volteo mecánico que sufrirá a continuación el compost, permitirá su mezclado y homogenización.

## B. Cálculo de las pérdidas de carga

### B.1. Ramales de riego

Las pérdidas de carga producidas en ambas tuberías de riego se realizarán empleando la fórmula de Varonesse-Datei:

$$J (\%) = \frac{0,092 \times Q^{1,8}}{D^{4,8}}$$

#### Ecuación 6: Ecuación de Veronesse-Datei

Dónde:

- J (%) = pérdidas de carga unitarias
- Q (m<sup>3</sup>/s) = caudal
- D (m) = diámetro de la conducción

Previo a ello deben considerarse las pérdidas de carga máximas admisibles (h). Para las conducciones del sistema de riego serán del 20%. Considerando que la presión de trabajo de las boquillas de riego será de 4 bar<sup>1</sup>, se obtienen unas pérdidas de carga máximas:

$$h \leq 0,20 \times \frac{P_a}{\gamma}$$

#### Ecuación 7: Pérdidas de carga máximas admisibles

$$h \leq 0,20 \times 40 \text{ m.c.a} = 8 \text{ m.c.a.}$$

Determinado este factor, se pueden calcular las pérdidas de carga por fricción, siguiendo la fórmula de Christiansen:

$$f = \frac{h}{a \times F}$$

#### Ecuación 8: Fórmula de Christiansen

---

<sup>1</sup> 1 bar = 10 m.c.a.

Dónde:

- $f$  (m) = longitud ficticia
- $h$  (m.c.a.) = pérdidas de carga máximas admisibles
- $a$  = coeficiente (1,1)
- $F$  = coeficiente de Christiansen

El valor de  $F$  se obtiene de la Tabla 3. Considerando  $l_0=l$ ,  $\beta = 1,80$  y  $n = 2$ , este será de  $F = 0,644$

$$f = \frac{8}{1,1 \times 0,644} = 11,29 \text{ m}$$

Conocidos todos los valores, puede determinarse el valor de  $J$  de la ecuación de Veronesse-Datei mediante la siguiente expresión, a partir de la longitud del ramal ( $L$ ):

$$J = \frac{f}{L}$$
$$J = \frac{11,29}{20} = 0,564$$

Se ha elegido el valor de  $L = 20$  porque esa es la longitud total de la tubería desde el empalme con la principal.

**Tabla 3: Factor de Christiansen**

n	$I_0 = 1$					n	$I_0 = 1/2$				
	$\beta=1,75$	$\beta=1,80$	$\beta=1,85$	$\beta=1,90$	$\beta=2,00$		$\beta=1,75$	$\beta=1,80$	$\beta=1,85$	$\beta=1,90$	$\beta=2,00$
1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2	0,630	0,644	0,639	0,634	0,625	2	0,532	0,525	0,518	0,512	0,500
3	0,546	0,540	0,535	0,528	0,518	3	0,455	0,448	0,441	0,434	0,422
4	0,497	0,491	0,486	0,480	0,469	4	0,426	0,419	0,412	0,405	0,393
5	0,469	0,463	0,457	0,451	0,440	5	0,410	0,403	0,397	0,390	0,378
6	0,451	0,445	0,435	0,433	0,421	6	0,401	0,394	0,387	0,381	0,369
7	0,438	0,432	0,425	0,419	0,408	7	0,395	0,388	0,381	0,375	0,363
8	0,428	0,422	0,415	0,410	0,398	8	0,390	0,383	0,377	0,370	0,358
9	0,421	0,414	0,409	0,402	0,391	9	0,387	0,380	0,374	0,367	0,355
10	0,415	0,409	0,402	0,396	0,385	10	0,384	0,378	0,371	0,365	0,353
11	0,410	0,404	0,397	0,392	0,380	11	0,382	0,375	0,369	0,363	0,351
12	0,406	0,400	0,394	0,388	0,376	12	0,380	0,374	0,367	0,361	0,349
13	0,403	0,396	0,391	0,384	0,373	13	0,379	0,373	0,366	0,360	0,348
14	0,400	0,394	0,387	0,381	0,370	14	0,378	0,371	0,365	0,358	0,347
15	0,397	0,391	0,384	0,379	0,367	15	0,377	0,370	0,364	0,357	0,346
16	0,395	0,389	0,382	0,377	0,365	16	0,376	0,369	0,363	0,357	0,345
17	0,393	0,387	0,380	0,375	0,363	17	0,375	0,368	0,362	0,356	0,344
18	0,392	0,385	0,379	0,373	0,361	18	0,374	0,368	0,361	0,355	0,343
19	0,390	0,384	0,377	0,372	0,360	19	0,374	0,367	0,361	0,355	0,343
20	0,389	0,382	0,376	0,370	0,359	20	0,373	0,367	0,360	0,354	0,342
22	0,387	0,380	0,374	0,368	0,357	22	0,372	0,366	0,359	0,353	0,341
24	0,385	0,378	0,372	0,365	0,355	24	0,372	0,365	0,359	0,352	0,341
26	0,383	0,376	0,370	0,364	0,353	26	0,371	0,364	0,358	0,351	0,340
28	0,382	0,375	0,369	0,363	0,351	28	0,370	0,364	0,357	0,351	0,340
30	0,380	0,374	0,368	0,362	0,350	30	0,370	0,363	0,357	0,350	0,339
35	0,378	0,371	0,365	0,359	0,347	35	0,369	0,362	0,356	0,350	0,338
40	0,376	0,370	0,364	0,357	0,345	40	0,368	0,362	0,355	0,349	0,349
50	0,374	0,367	0,361	0,355	0,343	50	0,367	0,361	0,354	0,348	0,337
60	0,372	0,366	0,359	0,353	0,342	100	0,365	0,359	0,353	0,347	0,335
80	0,370	0,363	0,357	0,351	0,340	200	0,365	0,358	0,352	0,346	0,334
100	0,369	0,362	0,356	0,350	0,338	-	-	-	-	-	-
150	0,367	0,360	0,354	0,348	0,337	-	-	-	-	-	-
300	0,365	0,359	0,353	0,346	0,335	-	-	-	-	-	-
>300	0,364	0,357	0,351	0,345	0,333	-	-	-	-	-	-

Calculadas las pérdidas de carga por unidad de longitud, se lleva el valor a la fórmula inicial y se determina el diámetro de la tubería:

$$J (\%) = \frac{0,092 \times Q^{1,8}}{D^{4,8}}$$

$$0,513 = \frac{0,092 \times (2 \times 0,00114)^{1,8}}{D^{4,8}}$$

$$D = \sqrt[4,8]{\frac{0,092 \times (2 \times 0,00114)^{1,8}}{0,513}} = 0,069 \text{ m}$$

Las tuberías de diámetro superior más cercano son de 75 mm, con un espesor de 2,3 mm.

Recalculando las pérdidas de carga unitarias (J) con este diámetro elegido, el valor obtenido es el siguiente:

$$J = \frac{0,092 \times (2 \times 0,00114)^{1,8}}{0,075^{4,8}} = 0,402$$

Recalculando la longitud ficticia (f), derivada de las pérdidas de carga con el diámetro seleccionado, estas quedan:

$$f = J \times L$$

$$f = 0,402 \times 20 = 8,04 \text{ m}$$

$$h = f \times a \times F$$

$$h = 8,04 \times 1,1 \times 0,644 = 5,70 \text{ m. c. a.}$$

Ambos valores son inferiores a los determinados anteriormente, que eran  $f = 11,29 \text{ m}$  y  $h = 8 \text{ m.c.a.}$  Por lo tanto, se pueden considerar válidos los cálculos realizados.

Debido a que el sistema está compuesto por dos ramales de riego, los valores calculados serán válidos para ambos.

Finalmente, debe hallarse la presión y caudal en ambos aspersores del ramal, según las expresiones:

$$\frac{P_0}{\gamma} = \frac{P_a}{\gamma} + \frac{3 \times h}{4}$$

**Ecuación 9: Condición de uniformidad en el primer aspersor**

$$\frac{P_n}{\gamma} = \frac{P_a}{\gamma} + \frac{h}{4}$$

**Ecuación 10: Condición de uniformidad en el último aspersor**

De este modo, el resultado queda:

$$\frac{P_0}{\gamma} = 40 + \frac{3 \times 5,70}{4} = 44,28 \text{ m. c. a.}$$

$$\frac{P_n}{\gamma} = 40 - \frac{5,70}{4} = 38,57 \text{ m. c. a.}$$

A partir del caudal<sup>2</sup> (q) que dosifican todas las boquillas de un mismo ramal, puede hallarse el valor del coeficiente de descarga del aspersor (k):

$$q = k \sqrt{\frac{P}{\gamma}}$$

<sup>2</sup> En m<sup>3</sup>/h

$$8,208 = k \sqrt{40} \rightarrow k = \frac{8,208}{\sqrt{40}} = 1,3$$

Aplicando la fórmula en el primer y último aspersor, se puede obtener la diferencia de caudal entre ambos:

$$q_n = 1,3 \sqrt{38,57} = 8,07 \text{ m}^3/h$$

$$q_0 = 1,3 \sqrt{44,28} = 8,65 \text{ m}^3/h$$

## B.2. Tubería secundaria

Conocidos los datos de cada ramal, deben hallarse las características de la tubería que abastece ambos conductos. Para ello, inicialmente deben sumarse los caudales de ambos:

$$Q_t = Q_1 + Q_2$$

$$Q_t = 0,00228 + 0,00228 = 0,00456 \text{ m}^3/s$$

Los cálculos se realizarán de forma similar a si fuera una tubería con tantos aspersores como ramales. En este caso, como son dos derivaciones, se calculará como si tuviera dos aspersores, con una presión ( $P = 44,28 \text{ m.c.a.}$ ) y longitud ( $L=27,5 \text{ m}$ ) conocidas.

De igual modo, se considerarán unas pérdidas de carga máximas admisibles del 20%:

$$h \leq 0,20 \times 44,28 \text{ m.c.a} = 8,86 \text{ m.c.a.}$$

Empleando la fórmula de Christiansen (f), suponiendo 2 aspersores (F), se puede hallar finalmente el porcentaje de pérdidas de carga:

$$f = \frac{8,86}{1,1 \times 0,664} = 12,59 \text{ m}$$

$$J = \frac{12,59}{27,50} = 0,458$$

Finalmente, a partir de la fórmula de Varonesse-Datei, se puede hallar el diámetro de la tubería.

$$D = \sqrt[4,8]{\frac{0,092 \times (2 \times 0,00228)^{1,8}}{0,458}} = 0,0948 \text{ m}$$

Considerando la presión a la que se trabaja y que las tuberías son de PVC, el diámetro superior más próximo es de 99,4 mm.

Recalculando los valores de las pérdidas de carga

$$J = \frac{0,092 \times (2 \times 0,00228)^{1,8}}{0,0994^{4,8}} = 0,365$$

Recalculando la longitud ficticia (f), derivada de las pérdidas de carga con el diámetro seleccionado, estas quedan:

$$f = J \times L$$

$$f = 0,365 \times 27,5 = 10,04 \text{ m}$$

$$h = f \times a \times F$$

$$h = 10,04 \times 1,1 \times 0,644 = 7,11 \text{ m. c. a.}$$

Ambos valores son inferiores a los determinados anteriormente, que eran  $f = 12,59 \text{ m}$  y  $h = 8,86 \text{ m.c.a.}$  Por lo tanto, se pueden considerar válidos los cálculos realizados.

Finalmente, debe hallarse la presión y caudal en ambos ramales que son abastecidos por la tubería, según las expresiones de condición de uniformidad:

$$\frac{P_0}{\gamma} = 44,28 + \frac{3 \times 7,11}{4} = 49,61 \text{ m. c. a.}$$

$$\frac{P_n}{\gamma} = 40 - \frac{5,70}{4} = 38,56 \text{ m. c. a.}$$

A partir del caudal (q) que abastecen los ramales, puede hallarse el valor del coeficiente de descarga (k):

$$q = k \sqrt{\frac{P}{\gamma}}$$

$$16,42 = k \sqrt{44,28} \rightarrow k = \frac{16,42}{\sqrt{44,28}} = 2,47$$

Aplicando la fórmula en el primer y último ramal, se puede obtener la diferencia de caudal entre ambos:

$$q_n = 2,47 \sqrt{38,56} = 15,33 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$q_0 = 2,47 \sqrt{49.61} = 17,40 \text{ m}^3/\text{h}$$

### C. Tubería principal

Hallados los requisitos de los ramales de riego y la tubería que los abastece, se deberá conocer las características de la línea general que abastecerá a estos ramales. Se determinarán los valores para las condiciones más desfavorables, es decir, la tubería más alejada de todas, asegurando así el suministro de todo el sistema.

La toma de riego de la línea general se encontrará en su esquina noroeste, la más próxima a las balsas, de donde tomará el agua de riego.

Al igual que en el apartado anterior, se deberán calcular las pérdidas de carga en el tramo de tubería en estudio, considerando, como ya se ha comentado, la tubería más larga de todas. Esta es la que abastece a los dos aspersores más alejados, que son los que riegan el compost menos maduro.

De igual modo, se empleará la fórmula de Varonesse-Datei, aunque previo a ello debe hallar el diámetro de las tuberías, a partir del caudal circulante (Q) y su velocidad (v), utilizando la ecuación de continuidad y considerando una velocidad de 1 m/s.

$$Q = S \times V$$

#### Ecuación 11: Ecuación de continuidad

Se considerará el caudal máximo teórico que podrá circular por las tuberías, que es de 17,40 m<sup>3</sup>/h.

$$r = \sqrt{\frac{0,0048}{1 \times \pi}} = 0,012 \text{ m}$$

Como este diámetro es inferior al calculado anteriormente, se elegirá el anterior (99,4 mm). A partir de este dato y con la fórmula de Varonese para tuberías se pueden obtener las pérdidas de carga. Debido a que las tuberías no son rectas, se han dividido en tramos, por lo que se calcularán estas pérdidas para cada uno de los tramos estudiados.

$$h_r = \frac{0,00092 \times v^{0,25}}{D^{4,8}} \times L \times Q^{1,8}$$

Debe considerarse que la red de riego de riego de la fase activa estará compuesta por una línea que lleva agua desde la balsa de lixiviados y otra línea que lleva agua desde la balsa de pluviales. Por ello, será necesario el cálculo de ambas, ya que serán independientes y distintas, empleando también bombas diferentes para su

circulación. Las tuberías se han codificado con números, iniciándose en la tubería que sale de la bomba y siendo el último número la tubería más alejada de la misma.

**Tabla 4: Pérdidas de carga en cada tramo de la red de riego de la fase activa**

LÍNEA	TUBERÍA	LONGITUD (m)	DIÁMETRO (mm)	PÉRDIDAS (m.c.a.)
Lixiviados	2	101	99,4	0,405
	1	9	99,4	0,036
Pluviales	3	65	99,4	0,260
	2	17,5	99,4	0,060
	1	8,5	99,4	0,034

A cada tramo se le sumarán las pérdidas de carga anteriores, obteniéndose un valor final para cada línea:

**Tabla 5: Pérdidas de carga en red de riego de la fase activa**

LÍNEA	PÉRDIDAS DE CARGA RAMALES (m.c.a.)	PÉRDIDAS DE CARGA TUBERÍAS (m.c.a.)	PÉRDIDAS DE CARGA TOTALES (m.c.a.)
Lixiviados	49,61	0,441	50,051
Pluviales	49,61	0,354	49,964

Se deberán considerar un 10% de pérdidas de carga por los diferentes accesorios, como son válvulas, codos, filtros, etc. Siendo el valor final de cada una de las líneas de:

- Línea de lixiviados: 55,06 m.c.a.
- Línea de pluviales: 54,96 m.c.a.

### 3.2. Sistema de riego en vermicompostaje

El sistema de riego de la fase de vermicompostaje estará compuesto por unas tuberías suspendidas sobre los caballones, provistas de boquillas que dispensarán el agua sobre el material en descomposición. Una válvula, controlada por un programador de riego, permitirá o impedirá el paso del agua, según las necesidades. Cada una de las 8 hileras, o caballones, dispondrá de una línea de riego. Cada programador será capaz de controlar 8 líneas de riego.

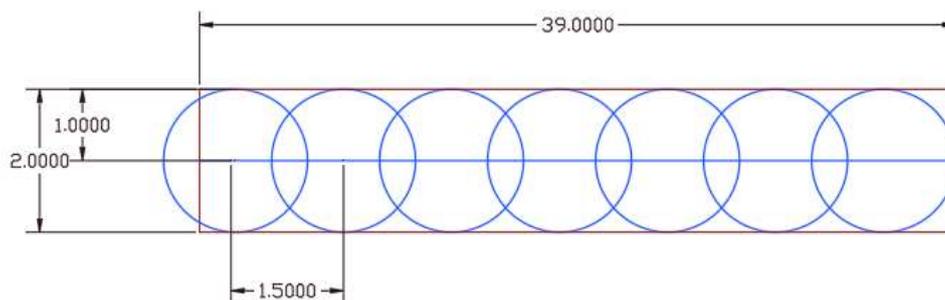


**Imagen 3: Programador de riego**

Los caballones se regarán prioritariamente con agua de pluviales y en caso de que esta no sea suficiente, se empleará agua de la red general de la granja.

#### A. Cálculo de los aspersores

Cada una de las 8 hileras, o caballones, dispondrá de una línea de riego. Debido a que su anchura de estos es de 2 m, el radio de difusión de las boquillas instaladas será de una capacidad lo más próxima posible. Con el fin de que el riego sea lo más uniforme y que se alcance a mojar toda la masa, el radio de riego de los mismos se solapará, distanciándose entre ellos 1,5 m. Por lo tanto, el número de boquillas necesarias por ramal será de 26 y el total de 416 boquillas.



**Imagen 4: Disposición de boquillas en sistema de riego de vermicompostaje**

La boquilla seleccionada será una de arco regulable, cuyas características son las siguientes:

**Tabla 6: Características de la boquilla de la red de riego de vermicompostaje**

Característica	Valor
Radio (m)	2,1- 5
Caudal (L/min)	2,6 – 21,2
Presión de trabajo (bar)	1,4 – 3,4
Patrón (°)	0 – 360



**Imagen 5: Boquilla de red de riego de vermicompostaje**

Se considera que el riego de las literas se hará tres veces por semana, aproximadamente. Aunque este estará controlado por un tensiómetro para impedir que

la humedad de la masa descienda por debajo del 80%. Por lo tanto, y siendo conservadores, cada uno de los caballones requerirá un riego de la mitad de las necesidades semanales ( $Q = 1.058$  litros).

Si se emplea el caudal mínimo ( $q = 2,6$  L/min) de la boquilla y el número de estas por hilera ( $n = 26$ ), el tiempo necesario para el riego ( $t_r$ ) de cada caballón será:

$$t_r = \frac{Q}{q \times n} = \frac{1.058}{2,6 \times 26} = 16 \text{ min}$$

Si se regase cada uno de las literas (16) por separado, el tiempo total de riego sería:

$$t_t = 16 \times 16 = 256 \text{ min}$$

Es decir, que el tiempo máximo que duraría el riego sería de unas 4 horas, aproximadamente.

## B. Cálculo de las pérdidas de carga

### B.1. Ramales de riego

Las pérdidas de carga producidas en cada una de las 8 tuberías de riego se realizarán empleando los mismos cálculos que en el caso de la red de riego de fermentación, con la fórmula de Varonesse-Datei:

$$J (\%) = \frac{0,092 \times Q^{1,8}}{D^{4,8}}$$

Previo a ello deben tenerse en cuenta las pérdidas de carga máximas admisibles ( $h$ ). Para las conducciones del sistema de riego serán también del 20%. Considerando que la presión de trabajo de las boquillas de riego será de 2 bar, se obtienen unas pérdidas de carga máximas:

$$h \leq 0,20 \times 20 \text{ m.c.a} = 4 \text{ m.c.a.}$$

Determinado este factor, se pueden calcular las pérdidas de carga por fricción, siguiendo la fórmula de Christiansen:

$$f = \frac{h}{a \times F}$$

Dónde:

- $f$  (m) = longitud ficticia
- $h$  (m.c.a.) = pérdidas de carga máximas admisibles
- $a$  = coeficiente (1,1)

- F = coeficiente de Christiansen

El valor de F se obtiene de la tabla 3. Considerando  $l_0=1$ ,  $\beta = 1,80$  y  $n = 26$ , este será de  $F = 0,376$

$$f = \frac{4}{1,1 \times 0,376} = 9,67 \text{ m}$$

Conocidos todos los valores, puede determinarse el valor de J de la ecuación de Veronesse-Datei mediante la siguiente expresión, a partir de la longitud del ramal (L):

$$J = \frac{f}{L}$$

$$J = \frac{9,67}{39} = 0,248$$

Se ha elegido el valor de  $L = 39$  porque esa es la longitud del caballón. Aunque la primera boquilla se encontrará a un metro menos de esta distancia, se empleará este valor como factor de seguridad.

Calculadas las pérdidas de carga por unidad de longitud, se lleva el valor a la fórmula inicial y se determina el diámetro de la tubería:

$$J (\%) = \frac{0,092 \times Q^{1,8}}{D^{4,8}}$$

$$0,248 = \frac{0,092 \times (26 \times 5,8 \times 10^{-5})}{D^{4,8}}$$

$$D = \sqrt[4,8]{\frac{0,092 \times (26 \times 5,8 \times 10^{-5})}{0,248}} = 0,071 \text{ m}$$

Las tuberías de diámetro superior más cercano son de 75 mm, con un espesor de 2,3 mm.

Recalculando las pérdidas de carga unitarias (J) con este diámetro elegido, el valor obtenido es el siguiente:

$$J = \frac{0,092 \times (26 \times 5,8 \times 10^{-5})}{0,075^{4,8}} = 0,195$$

Recalculando la longitud ficticia (f), derivada de las pérdidas de carga con el diámetro seleccionado, estas quedan:

$$f = J \times L$$

$$f = 0,195 \times 39 = 7,6 \text{ m}$$

$$h = f \times a \times F$$

$$h = 7,6 \times 1,1 \times 0,376 = 3,14 \text{ m. c. a.}$$

Ambos valores son inferiores a los determinados anteriormente, que eran  $f = 9,67$  m y  $h = 4$  m.c.a. Por lo tanto, se pueden considerar válidos los cálculos realizados.

Finalmente, y al igual que en el caso de los aspersores de la red de riego de fermentación, deben hallarse la presión y caudal en los aspersores del inicio y final del ramal, según las expresiones de la "condición de uniformidad":

$$\frac{P_0}{\gamma} = 20 + \frac{3 \times 3,14}{4} = 22,36 \text{ m. c. a.}$$

$$\frac{P_n}{\gamma} = 20 - \frac{3,14}{4} = 19,22 \text{ m. c. a.}$$

A partir del caudal ( $q$ ) que dosifican todas las boquillas de un mismo ramal, puede hallarse el valor del coeficiente de descarga del aspersor ( $k$ ):

$$5,43 = k \sqrt{20} \rightarrow k = \frac{5,43}{\sqrt{20}} = 1,21$$

Aplicando la fórmula en el primer y último aspersor, se puede obtener la diferencia de caudal entre ambos:

$$q_n = 1,21 \sqrt{19,22} = 5,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$q_0 = 1,21 \sqrt{22,36} = 5,72 \text{ m}^3/\text{h}$$

## B.2. Tubería secundaria

Conocidos los datos de cada ramal, deben hallarse las características de la tubería que abastece ambos conductos. Para ello, inicialmente deben sumarse los caudales de las 16 líneas, con el fin de dimensionar la red para las peores condiciones, es decir, el riego al mismo tiempo de toda la masa que está vermicompostando:

$$Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_n + Q_{16}$$

$$Q_t = 0,001508 + 0,001508 + \dots + 0,001508 = 0,0241 \text{ m}^3/\text{s}$$

Los cálculos se realizarán de forma similar a si fuera una tubería con tantos aspersores como ramales. En este caso, como son 16 derivaciones, se calculará como si tuviera 16 aspersores, con una presión ( $P = 22,36$  m.c.a.) y longitud ( $L=50$  m) conocidas.

De igual modo, se considerarán unas pérdidas de carga máximas admisibles del 20%:

$$h \leq 0,20 \times 22,36 \text{ m.c.a} = 4,47 \text{ m.c.a.}$$

Empleando la fórmula de Christiansen (f), suponiendo 16 aspersores (F), se puede hallar finalmente el porcentaje de pérdidas de carga:

$$f = \frac{4,47}{1,1 \times 0,389} = 10,44 \text{ m}$$

$$J = \frac{10,44}{50} = 0,209$$

Finalmente, a partir de la fórmula de Varonesse-Datei, se puede hallar el diámetro de la tubería.

$$D = \sqrt[4,8]{\frac{0,092 \times (16 \times 0,001508)^{1,8}}{0,209}} = 0,209 \text{ m}$$

Considerando la presión a la que se trabaja y que las tuberías son de PVC, el diámetro superior más próximo es de 211,8 mm.

Recalculando los valores de las pérdidas de carga para el nuevo diámetro:

$$J = \frac{0,092 \times (16 \times 0,001508)^{1,8}}{0,2218^{4,8}} = 0,155$$

Recalculando la longitud ficticia (f), derivada de las pérdidas de carga con el diámetro seleccionado, estas quedan:

$$f = J \times L$$

$$f = 0,155 \times 50 = 7,75 \text{ m}$$

$$h = f \times a \times F$$

$$h = 10,44 \times 1,1 \times 0,389 = 4,47 \text{ m.c.a.}$$

Ambos valores son inferiores a los determinados anteriormente, que eran f = 10,44 m y h = 4,47 m.c.a. Por lo tanto, se pueden considerar válidos los cálculos realizados.

Finalmente, debe hallarse la presión y caudal en ambos ramales que son abastecidos por la tubería, según las expresiones de condición de uniformidad:

$$\frac{P_0}{\gamma} = 22,36 + \frac{3 \times 4,47}{4} = 25,71 \text{ m.c.a.}$$

$$\frac{P_n}{\gamma} = 22,36 - \frac{4,47}{4} = 21,24 \text{ m. c. a.}$$

A partir del caudal (q) que abastecen los ramales, puede hallarse el valor del coeficiente de descarga (k):

$$q = k \sqrt{\frac{P}{\gamma}}$$

$$86,76 = k \sqrt{22,36} \rightarrow k = \frac{86,76}{\sqrt{22,36}} = 18,34$$

Aplicando la fórmula en el primer y último ramal, se puede obtener la diferencia de caudal entre ambos:

$$q_n = 18,34 \sqrt{21,24} = 84,52 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$q_0 = 18,34 \sqrt{25,71} = 92,99 \text{ m}^3/\text{h}$$

### C. Tubería principal

Hallados los requisitos de los ramales de riego y la tubería que los abastece, se deberá conocer las características de la línea general que abastecerá a estos ramales. Se determinarán los valores para las condiciones más desfavorables, es decir, la tubería más alejada de todas, asegurando así el suministro de todo el sistema.

La toma de riego de la línea general se encontrará en su esquina sureste, la más próxima a las balsas, de donde tomará el agua de riego.

Al igual que en el apartado anterior, se deberán calcular las pérdidas de carga en el tramo de tubería en estudio, considerando, como ya se ha comentado, la tubería más larga de todas. Esta es la que abastece a las boquillas más alejadas, que son los que riegan los caballones más alejados de la toma de riego.

De igual modo, se empleará la fórmula de Varonesse-Datei, aunque previo a ello debe hallar el diámetro de las tuberías, a partir del caudal circulante (Q) y su velocidad (v), utilizando la ecuación de continuidad y considerando una velocidad de 1 m/s.

Se considerará el caudal máximo teórico que podrá circular por las tuberías, que es de 92,99 m<sup>3</sup>/h.

$$r = \sqrt{\frac{0,0258}{1 \times \pi}} = 0,09 \text{ m}$$

Como este diámetro es inferior al calculado anteriormente, se elegirá el anterior (211,8 mm). A partir de este dato y con la fórmula de Varonese para tuberías se pueden obtener las pérdidas de carga. Debido a que las tuberías no son rectas, se han dividido en tramos, por lo que se calcularán estas pérdidas para cada uno de los tramos estudiados.

$$h_r = \frac{0,00092 \times v^{0,25}}{D^{4,8}} \times L \times Q^{1,8}$$

Debe considerarse que la red de riego de la fase de vermicompostaje estará compuesta por una línea que lleva agua desde la balsa de pluviales y no tendrá abastecimiento de la de lixiviados. Por ello, será necesario el cálculo de la bomba de pluviales. Las tuberías se han codificado con números, iniciándose en la tubería que sale de la bomba y siendo el último número la tubería más alejada de la misma.

**Tabla 7: Pérdidas de carga en cada tramo de la red de riego de la fase de vermicompostaje**

LÍNEA	TUBERÍA	LONGITUD (m)	DIÁMETRO (mm)	PÉRDIDAS (m.c.a.)
Pluviales	8	45	211,8	0,0048
	7	21	211,8	0,0022
	2	17,5	211,8	0,0019
	1	8,5	211,8	0,0009

A cada tramo se le sumarán las pérdidas de carga anteriores, obteniéndose un valor final para cada línea:

**Tabla 8: Pérdidas de carga en red de riego de la fase de vermicompostaje**

LÍNEA	PÉRDIDAS DE CARGA RAMALES (m.c.a.)	PÉRDIDAS DE CARGA TUBERÍAS (m.c.a.)	PÉRDIDAS DE CARGA TOTALES (m.c.a.)
Pluviales	25,71	0,0098	25,72

Se deberán considerar un 10% de pérdidas de carga por los diferentes accesorios, como son válvulas, codos, filtros, etc. Siendo el valor final de cada una de las líneas de:

- Línea de pluviales: 28,29 m.c.a.

## 4. CÁLCULO DE LA BOMBA

La planta de compostaje dispone de dos balsas que recogen el agua caída sobre la superficie de las instalaciones. Como se ha explicado en el anejo correspondiente a las instalaciones de saneamiento (Anejo VII.II), se ha diseñado una balsa de lixiviados y una balsa de pluviales.

Anteriormente se ha descrito la estrategia de riego, lo que hace necesario disponer de dos bombas, cada una para impulsar el agua de cada balsa, permitiendo el riego de forma simultánea si fuera necesario.

Por ello, se deben calcular las necesidades para cada una de las líneas de riego, considerando que la bomba de la balsa de pluviales dará servicio tanto a la fase activa como a la fase de vermicompostaje.

### 4.1. Balsa de lixiviados

Para el cálculo de la potencia de la bomba deben considerarse las pérdidas de carga totales y la presión de trabajo del sistema.

$$P = \frac{\gamma \times Q \times H_b}{75 \times \eta}$$

**Ecuación 12: Potencia de una bomba**

Dónde:

- P = potencia de la bomba (c.v.)
- $\gamma$  = peso específico del agua (1.000 kg/m<sup>3</sup>)
- H<sub>b</sub> = pérdidas de carga debidas a la fricción (m.c.a.)
- Q = caudal (m<sup>3</sup>/s)
- $\eta$  = rendimiento de la bomba (80%)

La bomba que se dispondrá en la balsa de lixiviados solo dará servicio a la fase activa. Por lo tanto, se hará referencia solo a los datos obtenidos en el mismo.

$$P = \frac{1.000 \times 0,0048 \times 50,051}{75 \times 0,8} = 4,0 \text{ c. v.}$$

De este modo, la bomba seleccionada deberá tener una potencia mínima superior a 4,0 c.v., o lo que es lo mismo 2,98 kW.

Se seleccionará una electrobomba adaptada a aguas residuales, capaz de soportar las condiciones y la agresividad de los lixiviados. Tendrá una potencia de 5,5 c.v. y será capaz de alcanzar un caudal de 24 m<sup>3</sup>/h, con una potencia total de 4,3 kW.

## 4.2. Balsa de pluviales

Para el diseño de la bomba de los pluviales debe tenerse en cuenta que esta bomba dará servicio tanto al sistema de riego de la fase activa como al sistema de riego del vermicompostaje. Por lo tanto, deberán estudiarse ambas condiciones y elegir la más desfavorable, asegurando de este modo su trabajo en las peores condiciones.

	Q (m <sup>3</sup> /s)	H <sub>b</sub> (m.c.a.)
<b>Fase activa</b>	0,0048	49,964
<b>Fase vermicompostaje</b>	0,0258	25,72

Aplicando la fórmula de la potencia de la bomba para ambos supuestos:

$$P = \frac{1.000 \times 0,0048 \times 49,964}{75 \times 0,8} = 3,99 \text{ c. v.}$$

$$P = \frac{1.000 \times 0,0258 \times 25,72}{75 \times 0,8} = 11,06 \text{ c. v.}$$

Por lo tanto, la bomba seleccionada deberá tener una potencia mínima superior a 11,06 c.v., o lo que es lo mismo 8,25 kW.

Se seleccionará una bomba capaz de abastecer hasta 12 c.v. de potencia y un caudal de 96 m<sup>3</sup>/h, con una potencia total de 9,2 kW.

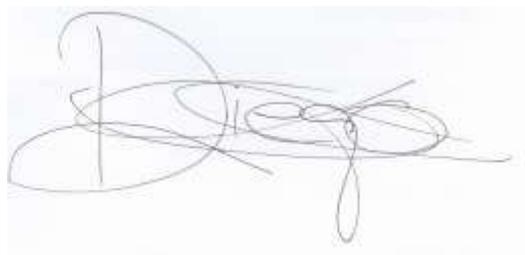
### 4.3. Resumen

Las características de las bombas empleadas para ambas balsas se resumen en la tabla a continuación.

**Tabla 9: Tabla resumen de características de las bombas**

	<b>POTENCIA (kW)</b>	<b>Q<sub>max</sub> (m<sup>3</sup>/h)</b>
<b>B. lixiviados</b>	4,3	24
<b>B. pluviales</b>	9,2	96

Palencia, a 14 de Julio de 2020



---

Fdo: Diego Conde Cid

Alumno del Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

**MEMORIA**

**ANEXO VII: INGENIERÍA DE LAS  
OBRAS**

**SUBANEJO IV: INSTALACIÓN ELÉCTRICA**



## ÍNDICE ANEJO VII

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN</b>	<b>1</b>
<b>3. CÁLCULO DE POTENCIA NECESARIA</b>	<b>3</b>
3.1. Necesidades de iluminación.....	3
3.2. Necesidades de potencia .....	19
3.3. Necesidades totales de potencia.....	20
<b>4. DISEÑO DE LOS CIRCUITOS</b>	<b>21</b>
4.1. Disposición de circuitos en el cuadro de distribución .....	21
4.2. Voltaje .....	22
4.3. Intensidad.....	24
4.5. Sección.....	25
4.6. Caída de tensión .....	28
4.7. Canalización de los cables.....	29
<b>5. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN</b>	<b>32</b>
5.1. Protecciones contra contactos directos .....	32
5.2. Protecciones contra contactos indirectos .....	32
5.3. Protecciones contra sobre intensidades.....	33
<b>6. CONSUMO DE ELECTRICIDAD</b>	<b>33</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Rendimiento del local para cada uno de los edificios</i>	4
<i>Tabla 2: Factor de reflexión de superficies (UNE, 2014)</i>	5
<i>Tabla 3: Factor de utilización de luminarias (Gutiérrez Tejerina, J., 2013)</i>	5
<i>Tabla 4: Flujo luminoso según edificios</i>	6
<i>Tabla 5: Características luminaria Tufflite LED+ 7600 4000K HF 1.2 twin</i>	16
<i>Tabla 6: Necesidades de luminarias en edificios</i>	16
<i>Tabla 7: Características luces de emergencia</i>	17
<i>Tabla 8: Flujo luminoso en infraestructuras exteriores</i>	17
<i>Tabla 9: Características Foco Proyector LED 30W Slim</i>	18
<i>Tabla 10: Necesidades de luminarias en exterior</i>	18
<i>Tabla 11: Necesidades totales de iluminación</i>	18
<i>Tabla 12: Necesidades de potencia</i>	19
<i>Tabla 13: Necesidades totales de potencia</i>	20
<i>Tabla 14: Potencias requeridas en cada circuito</i>	21
<i>Tabla 15: Voltajes requeridos en cada circuito</i>	23
<i>Tabla 16: Factor de corrección según agrupamiento de cables (ITC-BT-07)</i>	24
<i>Tabla 17: Factor de corrección según temperatura externa (ITC-BT-07)</i>	25
<i>Tabla 18: Intensidades admisibles (A) al aire (40°C) (UNE, 2004)</i>	26
<i>Tabla 19: Intensidad y sección de la instalación eléctrica</i>	27
<i>Tabla 20: Valor de la caída de tensión admisible en las diferentes líneas (ITC-BT 19)</i>	28
<i>Tabla 21: Conductividad de conductores (s/m)</i>	29
<i>Tabla 22: Sección de los conductores de protección en relación a la sección de los conductores de fase (ITC-BT 21)</i>	29
<i>Tabla 23: Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir (ITC-BT 21)</i>	30
<i>Tabla 24: Disposición y características de los tubos</i>	31
<i>Tabla 25: Necesidades de energía anuales (kW/año) para la explotación de compostaje</i>	33

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<i>Imagen 1: Instalación de línea subterránea</i>	2
---	---

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1: Flujo luminoso</i>	3
<i>Ecuación 2: Rendimiento del local</i>	4
<i>Ecuación 3: Intensidad teórica en circuito monofásico</i>	25
<i>Ecuación 4: Intensidad teórica en circuito trifásico</i>	25
<i>Ecuación 5: Intensidad real</i>	25
<i>Ecuación 6: Caída de tensión en circuitos monofásicos</i>	28
<i>Ecuación 7: Caída de tensión en circuitos trifásicos</i>	28

## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta instalación es abastecer de energía eléctrica a todos los equipos. Por ello, se deben realizar los cálculos para su dimensionado, permitiendo garantizar el suministro sin un sobredimensionado de la red.

Se seguirán las indicaciones del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), tanto para los cálculos como para la elección de los materiales a emplear.

Se seguirán también las indicaciones del DB HE (Ahorro de energía), con el fin de maximizar el rendimiento energético de la instalación, garantizando una mejora en la sostenibilidad medioambiental, además de económica.

La instalación interior se proyecta teniendo en cuenta la máxima intensidad admisible en los conductores utilizados en las diferentes líneas, así como la máxima caída de tensión permitida, según las ITC-BT-15 e ITC-BT-19.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La energía necesaria para el abastecimiento de la planta de compostaje se tomará a partir del cuadro general de la explotación cunícola. Por ello, solo será necesario calcular los requerimientos de la nueva explotación y adaptar la existente a las nuevas exigencias.

Esta dispone de un suministro de red de 3x400/230 voltios, sistema trifásico-monofásico a una frecuencia de 50 Hz. Como se ha comentado, la granja dispone de su propia caja general de protección (GP), derivación individual y su cuadro general de protección (CG) a la que se enganchará la derivación para la planta de compostaje. Esta a su vez, tendrá su propio cuadro general de protección, con sus protecciones, que se localizará en el almacén de estructurantes, por encontrarse el más próximo a la granja.

Los cuadros (general o principal y secundarios) consistirán en armarios metálicos de protección IPE-55 UNE 20,334 con hermeticidad en la tapa mediante junta de goma, se situarán a una altura de 1,5 m respecto al suelo en lugares con un fácil acceso y con las medidas de protección oportunas para cada uno de ellos. Todos los cuadros dispondrán de un ICP (Indicador de control de Potencia) y de MP (medidas de Mando y Protección). Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán, como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia. Tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4.500 A como mínimo.
- Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos; salvo que la protección

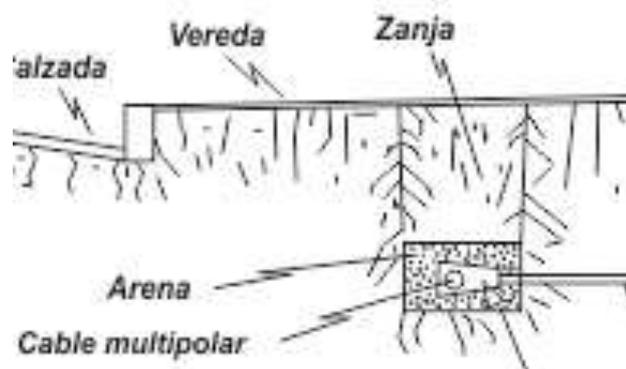
contra contactos indirectos se efectúe mediante otros dispositivos de acuerdo con la ITC-BT-24.

- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores del local.
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuese necesario.

Desde este cuadro general saldrán las líneas de corriente general, que lo unen con los cuadros secundarios, ubicados en cada una de las instalaciones.

La elección del tipo de instalación es un aspecto fundamental para el cálculo de las intensidades y tensiones de los diferentes circuitos, ya que de este dependerá la cantidad de intensidad que podrá circular por los circuitos. Las instalaciones serán diferentes en función de si se encuentran en el interior o en el exterior de los edificios.

La instalación entubada enterrada será la encargada de llevar la corriente desde el cuadro principal, situado en la granja, hasta el cuadro principal de la planta de compostaje, instalado en el almacén de estructurante. Desde este salen las derivaciones hasta los cuadros secundarios, situados en cada una de las infraestructuras. Se llevará a cabo una zanja, con una profundidad de 80 cm, con 5-15 cm de lecho de arena y cubriendo la tubería de canalización de los conductores con más arena, después se colocará una plancha de PVC y se completarán los últimos 40 cm con relleno del material extraído con anterioridad.



**Imagen 1: Instalación de línea subterránea**

La instalación interior se realizará con cables multipolares sobre rejillas, que facilita la evacuación del calor, evitando problemas derivados de altas temperaturas.

Los cables no presentarán empalmes y su sección será uniforme. Los conductores a utilizar serán cobre o aluminio, siendo su tensión asignada 450/750 V. Para el caso de cables multiconductores el aislamiento de los conductores será de tensión asignada 0,6/1 kV.

### 3. CÁLCULO DE POTENCIA NECESARIA

Las necesidades de potencia corresponden a dos tipos: por un lado, las necesidades de iluminación y, por otro, las necesidades de fuerza, determinadas por los equipos instalados. Por ello, se calcularán sus necesidades por separado.

#### 3.1. Necesidades de iluminación

##### A. Flujo luminoso

Las necesidades de iluminación se calculan a partir del flujo luminoso (F), con el que se puede decidir el número de luminarias y su colocación. La fórmula empleada para ello es la siguiente:

$$F = \frac{e_m \times a \times l}{n_r \times f_m}$$

##### Ecuación 1: Flujo luminoso

Donde:

- F = flujo luminoso (lumen)
- $e_m$  = nivel luminoso (lux)
- a = anchura del local (m)
- l = longitud del local
- $n_r$  = rendimiento del local (%)
- $f_m$  = factor de mantenimiento (%)

El nivel luminoso ( $e_m$ ) de cada zona de trabajo dependerá de las actividades que se desarrollen en su interior. Así, según en qué naves se desarrolle la actividad, tendrá unos requerimientos. Según la norma UNE 12464.1 sobre iluminación de interiores, el nivel luminoso recomendado para actividades agrícolas como el trabajo de maquinaria es de 200 lux. Por su parte, para edificios ganaderos se recomiendan 50 lux. Por ello, la iluminación para ambos almacenes, que tienen cerramiento y donde se llevaran a cabo diferentes labores, las necesidades lumínicas son mayores, y se tomará el valor de 200 lux. Para las naves de maduración y los invernaderos de vermicompostaje, donde la iluminación no será necesaria salvo casos excepcionales, el nivel considerado será de 50 lux.

El factor de mantenimiento ( $f_m$ ) se determina en función del ambiente en el que se encuentran las luminarias, si este está limpio o sucio. De este modo, en ambientes limpios, se aplica un valor de 0,8 y en ambientes sucios de 0,6.

El rendimiento del local ( $n_r$ ) se obtiene a partir de la Tabla 1 y el valor obtenido con la siguiente fórmula:

$$K = \frac{a \times l}{h(a + l)}$$

**Ecuación 2: Rendimiento del local**

**Tabla 1: Rendimiento del local para cada uno de los edificios**

<b>EDIFICIO</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Largo (m)</b>	<b>Alto (m)</b>	<b>K</b>	<b>n<sub>r</sub></b>
Almacén estructurante	16	40	3,5	3,27	0,44
Nave maduración	20	55	3,5	4,19	0,46
Invernadero vermicompostaje	12	42	3	4,20	0,47
Almacén producto	17	30	3,5	3,10	0,44

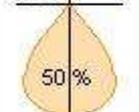
Para emplear las tablas es necesario conocer también el factor de reflexión del suelo y del techo. La Norma UNE-48103 ofrece los siguientes datos:

**Tabla 2: Factor de reflexión de superficies (UNE, 2014)**

	COLOR	FACTOR REFLEXIÓN ( $\rho$ )
<b>Techo</b>	Muy claro	0,7
	Claro	0,5
	Medio	0,3
<b>Paredes</b>	Claro	0,5
	Medio	0,3
	Oscuro	0,1
<b>Suelo</b>	Claro	0,3
	Oscuro	0,1

El color de las paredes y el techo se considera de categoría media, siendo su factor de reflexión de 0,3. El valor del rendimiento del local queda indicado en la Tabla 1.

**Tabla 3: Factor de utilización de luminarias (Gutiérrez Tejerina, J., 2013)**

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización ( $\gamma$ )																				
		Factor de reflexión del techo																				
		0.8			0.7			0.5			0.3			0								
		Factor de reflexión de las paredes																				
		0.5			0.3			0.1			0.5			0.3			0.1			0		
 0 %  50 %	0.6	.27	.24	.21	.27	.23	.21	.27	.23	.21	.23	.21	.20									
	0.8	.33	.29	.26	.32	.29	.26	.32	.28	.26	.28	.26	.25									
	1.0	.36	.33	.30	.36	.33	.30	.35	.32	.30	.32	.30	.29									
	1.25	.40	.36	.34	.39	.36	.34	.38	.36	.34	.36	.34	.33									
	1.5	.42	.39	.37	.42	.39	.37	.41	.38	.36	.38	.36	.35									
	2.0	.45	.42	.40	.44	.42	.40	.44	.42	.40	.41	.40	.39									
	2.5	.47	.44	.43	.46	.44	.42	.45	.44	.42	.43	.42	.41									
3.0	.48	.46	.44	.47	.46	.44	.47	.45	.44	.44	.43	.42										
$D_{max} = 0.8 H_m$	4.0	.50	.48	.46	.49	.48	.46	.48	.47	.46	.46	.45	.44									
$f_m = .65, .70, .75$	5.0	.50	.49	.48	.50	.49	.48	.49	.48	.47	.47	.46	.45									

$H_m$ : altura luminaria-plano de trabajo

Conocidos todos los parámetros, puede calcularse el flujo luminoso en cada uno de los edificios.

**Tabla 4: Flujo luminoso según edificios**

EDIFICIO	S (m <sup>2</sup> )	H (m)	e <sub>m</sub> (lux)	f <sub>m</sub>	n <sub>r</sub>	F (lum)
<b>Almacén estructural</b>	640	3,5	200	0,6	0,44	469.697
<b>Nave maduración I</b>	1.100	3,5	50	0,6	0,46	199.275
<b>Nave maduración II</b>	1.120	3,5	50	0,6	0,46	199.275
<b>Invernadero vermicompostaje</b>	504	3,0	50	0,6	0,47	89.362
<b>Almacén producto</b>	544	3,5	200	0,6	0,44	412.121

Debe considerarse que los cálculos realizados para el invernadero de vermicompostaje se han hecho solo para uno. Debido a que se han diseñado 8, este valor deberá multiplicarse por este número.

### B. Número de luminarias necesarias

El número de luminarias y su distribución es un factor importante, tanto por la eficiencia en la iluminación que aportarán como en el ahorro económico que puede suponer, manteniendo unos adecuados niveles de luminosidad en toda la explotación.

Con el fin de facilitar, pero también de obtener unos datos más reales y una óptima disposición de las luminarias, se empleará el programa profesional *DIALux*, para el cálculo y diseño en cada uno de los edificios.

La luminaria elegida ha sido *Tufflite LED+ 7600 4000K HF 1.2 twin* (EATON), por su gran capacidad lumínica y sus buenas prestaciones. Es resistente a una amplia variedad de agentes químicos, además de su alta eficiencia.

Las características de la luminaria y los resultados obtenidos con el programa *DIALux* quedan especificados a continuación.

Nave maduración

26/06/2019

Nave de maduración / Edificación 1 / Nave de maduración / EATON TXP4764KZ EATON – TUFFLITE LED+ IP66 1xTXP4764KZ / EATON – EATON – TUFFLITE LED+ IP66 (1xTXP4764KZ)

DIALux

EATON TXP4764KZ EATON – TUFFLITE LED+ IP66 1xTXP4764KZ



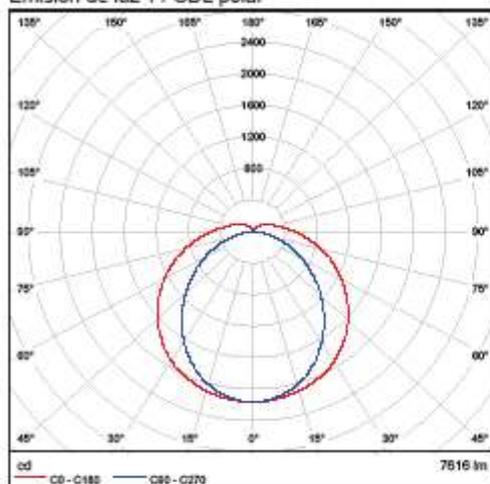
Tufflite LED+ High Efficiency, Surface mounted IP66 luminaire, nominally 1282mm long, 4000K LED with efficiency's up to 156lm/w. Complete with polyester GRP body and polycarbonate opal reeded diffuser

For emergency versions, use a Lamp Lumen value (battery depreciation K factor included) of 456 lumens.

Fotometría absoluta  
Flujo luminoso de las luminarias: 7616 lm  
Potencia: 49.0 W  
Rendimiento lumínico: 156.4 lm/W

Indicaciones colorimétricas  
1xTXP4764KZ: CCT 4000 K, CRI 80

Emisión de luz 1 / CDL polar



## ALMACÉN DE ESTRUCTURANTE

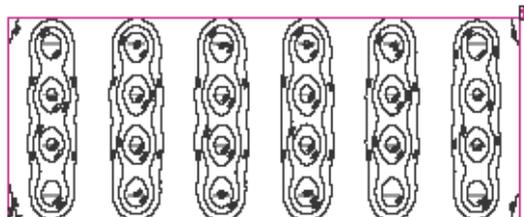
Almacen estructurante

23/12/2019

DIALux

Terrano 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Almacén de estructurante / Sinopsis de locales

### Almacén de estructurante



Altura interior del local: 3.600 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 60.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

#### Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil (Almacén de estructurante)	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	218 (≥ 200)	84.1	373	0.39	0.23

# Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
24 EATON - TXP4764KZ EATON - TUFFLITE LED+ IP66	7616	49.0	166.4
Suma total de luminarias	182784	1176.0	166.4

Potencia específica de conexión:  $1.84 \text{ W/m}^2 = 0.84 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Superficie de planta de la estancia 640.00 m<sup>2</sup>)

Consumo: 2660 kWh/a de un máximo de 22460 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

Almacén estructurante

23/12/2019

DIALux

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Almacén de estructurante / Plano de situación de luminarias

### Almacén de estructurante



EATON TXP4764KZ EATON - TUFFLITE LED+ IP66

Nº	X [m]	Y [m]	Altura de montaje [m]	Factor de degradación
1	3.333	2.000	3.600	0.80
2	10.000	2.000	3.600	0.80
3	16.667	2.000	3.600	0.80
4	23.333	2.000	3.600	0.80
5	30.000	2.000	3.600	0.80
6	36.667	2.000	3.600	0.80
7	3.333	6.000	3.600	0.80
8	10.000	6.000	3.600	0.80
9	16.667	6.000	3.600	0.80
10	23.333	6.000	3.600	0.80
11	30.000	6.000	3.600	0.80
12	36.667	6.000	3.600	0.80
13	3.333	10.000	3.600	0.80
14	10.000	10.000	3.600	0.80
15	16.667	10.000	3.600	0.80
16	23.333	10.000	3.600	0.80
17	30.000	10.000	3.600	0.80
18	36.667	10.000	3.600	0.80
19	3.333	14.000	3.600	0.80
20	10.000	14.000	3.600	0.80
21	16.667	14.000	3.600	0.80
22	23.333	14.000	3.600	0.80
23	30.000	14.000	3.600	0.80
24	36.667	14.000	3.600	0.80

## NAVE DE MADURACIÓN

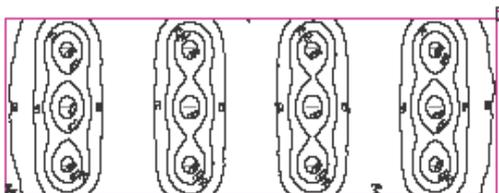
Nave maduración

26/06/2019

DIALux

Nave de maduración / Edificación 1 / Nave de maduración / Nave de maduración / Sinopsis de locales

### Nave de maduración



Altura interior del local: 6.000 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 60.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

#### Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Mín	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil (Nave de maduración)	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	61.8 (≥ 60.0)	18.9	139	0.31	0.14

#	Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
12	EATON - TXP4764KZ EATON - TUFFLITE LED+ IP66	7616	49.0	166.4
Suma total de luminarias		91392	688.0	166.4

Potencia específica de conexión:  $0.63 \text{ W/m}^2 = 0.86 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Superficie de planta de la estancia 1100.00 m<sup>2</sup>)

Consumo: 1300 kWh/a de un máximo de 38560 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

Nave maduración

26/06/2019

DIALux

Nave de maduración / Edificación 1 / Nave de maduración / Nave de maduración / Plano de situación de luminarias

Nave de maduración



EATON TXP4764KZ EATON - TUFFLITE LED+ IP66

Nº	X [m]	Y [m]	Altura de montaje [m]	Factor de degradación
1	6.875	3.333	6.000	0.80
2	20.625	3.333	6.000	0.80
3	34.375	3.333	6.000	0.80
4	48.125	3.333	6.000	0.80
6	6.875	10.000	6.000	0.80
6	20.625	10.000	6.000	0.80
7	34.375	10.000	6.000	0.80
8	48.125	10.000	6.000	0.80
9	6.875	16.667	6.000	0.80
10	20.625	16.667	6.000	0.80
11	34.375	16.667	6.000	0.80
12	48.125	16.667	6.000	0.80

## INVERNADERO DE VERMICOMPOSTAJE

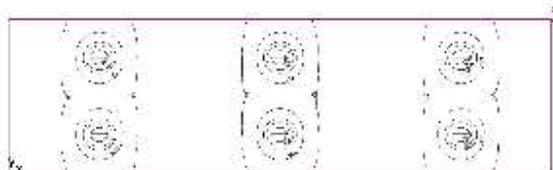
Invernadero vermicompostaje

23/12/2019

DIALux

Proyecto: Invernadero vermicompostaje (Invernadero vermicompostaje) (Invernadero vermicompostaje)

Invernadero vermicompostaje



Altura interior del local: 4,000 m. Grado de reflexión: Techo: 70,0%, Paredes: 50,0%, Suelo: 20,0%, Factor de degradación: 0,80

Plano Útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Min (medio)	Min. máx.
1. Plano útil (Invernadero vermicompostaje)	Iluminancia perpendicular (Acabaparamente) [lx] Altura: 3,000 m, Zona marginal: 0,900 m	77,4 (± 50,0)	6,00	1633	0,10	0,005

# Luminaria	Φ(Luminaria) [m]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
8. EATON - EXP476RK2 EATON - FULL-LED+ IP66	0,818	49,0	155,4
Suma total de luminarias	45836	294,0	155,4

Potencia específica de conexión: 0,58 [W/m²] = 0,75 [W/m²] × (Superficie de planta de la estancia: 814,03 m²)

Consumo: 680 kWh/a o un máximo de 1,030 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escalas de luz ni sus estados de atenuación.

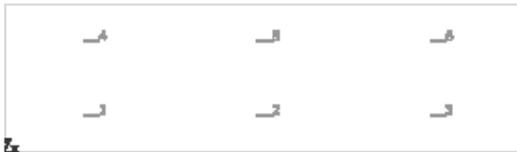
invernadero vermicompostaje

23/12/2019

DIALux

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Invernadero vermicompostaje / Plano de situación de luminarias

### Invernadero vermicompostaje



EATON TXP4764KZ EATON – TUFFLITE LED+ IP66

Nº	X [m]	Y [m]	Altura de montaje [m]	Factor de degradación
1	7.000	3.000	4.000	0.80
2	21.000	3.000	4.000	0.80
3	36.000	3.000	4.000	0.80
4	7.000	9.000	4.000	0.80
5	21.000	9.000	4.000	0.80
6	36.000	9.000	4.000	0.80

## ALMACÉN DE PRODUCTO

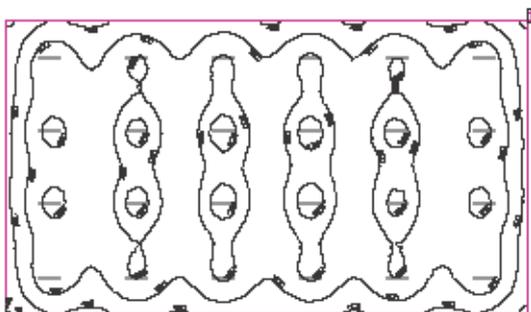
Almacen producto

23/12/2019

DIALux

Terrno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Almacén de producto / Sitios de locales

Almacén de producto



Altura interior del local: 6.000 m, Grado de reflexión: Techo 30.0%, Paredes 30.0%, Suelo 30.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Mín	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil (Almacén de producto)	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 1.500 m, Zona marginal: 0.000 m	220 (≥ 200)	94.3	288	0.43	0.33

#	Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
24	EATON - TXP4764KZ EATON - TUFFLITE LED+ IP66	7616	49.0	166.4
Suma total de luminarias		182784	1176.0	166.4

Potencia específica de conexión: 2.31 W/m<sup>2</sup> = 1.06 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Superficie de planta de la estancia 610.00 m<sup>2</sup>)

Consumo: 2660 kWh/a de un máximo de 17900 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

Almacén producto

23/12/2019

DIALux

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Almacén de producto / Plano de situación de luminarias

### Almacén de producto



EATON TXP4764KZ EATON – TUFFLITE LED+ IP66

Nº	X [m]	Y [m]	Altura de montaje [m]	Factor de degradación
1	2.600	2.125	6.000	0.80
2	7.600	2.125	6.000	0.80
3	12.600	2.125	6.000	0.80
4	17.600	2.125	6.000	0.80
5	22.600	2.125	6.000	0.80
6	27.600	2.125	6.000	0.80
7	2.600	6.375	6.000	0.80
8	7.600	6.375	6.000	0.80
9	12.600	6.375	6.000	0.80
10	17.600	6.375	6.000	0.80
11	22.600	6.375	6.000	0.80
12	27.600	6.375	6.000	0.80
13	2.600	10.625	6.000	0.80
14	7.600	10.625	6.000	0.80
15	12.600	10.625	6.000	0.80
16	17.600	10.625	6.000	0.80
17	22.600	10.625	6.000	0.80
18	27.600	10.625	6.000	0.80
19	2.600	14.875	6.000	0.80
20	7.600	14.875	6.000	0.80
21	12.600	14.875	6.000	0.80
22	17.600	14.875	6.000	0.80
23	22.600	14.875	6.000	0.80
24	27.600	14.875	6.000	0.80

Las características de las luminarias, quedan resumidos en la tabla siguiente.

**Tabla 5: Características luminaria Tufflite LED+ 7600 4000K HF 1.2 twin**

Flujo (lm)	Potencia (W)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Peso (kg)
7.616	49	1.282	145	101	4,62

Las necesidades de cada uno de los edificios quedan resumidas en la siguiente tabla:

**Tabla 6: Necesidades de luminarias en edificios**

EDIFICIO	Flujo (lm)	Potencia (W)	Consumo (kW/h)	Luminarias (nº)	Marco (mxm)
Almacén estructurante	182.784	1.176	2.650	24	4x6,7
Nave maduración I	91.392	588	1.300	12	13,8x6,7
Nave maduración II	91.392	588	1.300	12	14x6,7
Invernadero vermicompostaje	45.696	294	660	6	14x6
Almacén producto	91.392	588	1.300	12	13,8x6,7
<b>TOTAL</b>	<b>822.528</b>	<b>5.292</b>	<b>11.830</b>	<b>108</b>	<b>-</b>

Se observa una amplia diferencia entre las necesidades luminosas obtenidas con la fórmula anterior y las que ofrece el programa. Comparando con otras infraestructuras y edificios similares se observa una mayor semejanza con los datos que arroja el programa *DIALux*, por lo que se tomarán estos datos.

Cabe destacar de nuevo que los cálculos realizados para el invernadero de vermicompostaje están referidos solo para uno de ellos. Al haberse diseñado 8 invernaderos similares, el valor de la tabla debe multiplicarse por esta cifra. Esto queda contemplado en los cálculos totales, donde se ha tenido en cuenta dicha eventualidad.

También debe tenerse en cuenta la instalación de luces de emergencias en ambos almacenes, ante la hipotética existencia de cortes de luz. Se ubicarán en sus puertas, para marcar la salida, como indica la normativa.

Las luces de emergencia seleccionadas han sido de tubo lineal fluorescente clase II, IP42, con baterías de Ni-Cd de alta temperatura, alimentación a 230 V, con las siguientes características:

**Tabla 7: Características luces de emergencia**

Flujo (lm)	Potencia (W)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Autonomía (h)	Consumo (kW/h)
155	6	245	110	58	1	13,3

Aunque no se considera trabajar por las noches en la explotación, es recomendable la instalación de iluminación externa, al menos en ambas balsas y en la pared frontal de las naves. Se empleará la fórmula del flujo luminoso. Para ambientes exteriores, la iluminación mínima recomendada es de 15 lux. El factor de mantenimiento, al encontrarse en zonas de circulación se considera de 0,5 y factor de mantenimiento de 0,6.

$$F = \frac{e_m \times a \times l}{n_r \times f_m}$$

**Tabla 8: Flujo luminoso en infraestructuras exteriores**

INFRAESTRUCTURA	S (m <sup>2</sup> )	e <sub>m</sub> (lux)	f <sub>m</sub>	n <sub>r</sub>	F (lum)
Balsa de lixiviados	259	15	0,6	0,5	11.954
Balsa de pluviales	405	15	0,6	0,5	18.750

La luminaria seleccionada será un Foco LED 30W, con las características especificadas en la tabla. Se ha seleccionado por su gran eficiencia y su precio, muy asequible.

**Tabla 9: Características del foco exterior**

Flujo (lm)	Potencia (W)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Frecuencia (Hz)
3.600	30	200	165	40	50-60

Conocidas las necesidades de iluminación y el flujo de los focos, puede calcularse el número de focos en cada una de las instalaciones. Se ha decidido la instalación de un foco a la entrada de ambas naves, para la iluminación de la misma, no siendo necesaria ninguna más, no justificándose su establecimiento.

**Tabla 10: Necesidades de luminarias en exterior**

INFRAESTRUCTURA	Flujo (lm)	Potencia (W)	Consumo (kW/h)	Luminarias (nº)
<b>Almacén estructurante</b>	3.600	30	66,67	1
<b>Almacén producto</b>	3.600	30	66,67	1
<b>Balsa lixiviados</b>	11.954	120	266,67	4
<b>Balsa pluviales</b>	18.750	180	400	6
<b>TOTAL</b>	37.904	360	800	12

Finalmente, se pueden resumir las necesidades totales de la iluminación como:

**Tabla 11: Necesidades totales de iluminación**

NECESIDADES	Flujo (lm)	Potencia (W)	Consumo (kW/h)	Luminarias (nº)
<b>Iluminación interior</b>	822.838	5.304	11.857	108
<b>Iluminación exterior</b>	37.904	360	800	12
<b>TOTAL</b>	855.163	5.664	12.523	120

### 3.2. Necesidades de potencia

Con las necesidades de potencia se hace referencia a las tomas de corriente de las instalaciones, las maquinas necesarias para proceso y a las medidas contra incendio (bomba hidráulica). Los equipos con los que cuenta la explotación y que necesitarán conectarse a la red eléctrica son los indicados en la Tabla 12, especificándose su ubicación.

El almacén de producto final contará con dos ensacadoras, que necesitarán una potencia aproximada de 1.000 W. Como factor de seguridad se considerarán unas necesidades mínimas un 10% superiores. Se conectarán a tomas de fuerza que serán independientes una de otra.

Las balsas de lixiviados y de pluviales contarán con una bomba cada una para el impulso del agua de riego. Las necesidades estimadas, calculadas en el Anejo VII.III "Instalación de riego", son de 4.300 y 9.200 W para cada una de ellas, respectivamente.

**Tabla 12: Necesidades de potencia de los equipos**

EQUIPO	Potencia (W)	Ubicación
Ensacadora	1.100	Almacén de producto
Tolva ensacadora	1.100	Almacén de producto
Bomba lixiviados	4.300	Balsa de lixiviados
Bomba pluviales	9.200	Balsa de pluviales
<b>TOTAL</b>	<b>15.700</b>	

Además de estos equipos que será necesario conectar a la red, se deberá disponer de tomas de fuerza donde se puedan conectar tanto las ensacadoras, como otros equipos no considerados en esta memoria, como podrían ser, por ejemplo, maquinaria de limpieza.

Por ello, se instalarán tomas de fuerza en todas las edificaciones que sean capaces de aportar una potencia de hasta 5.000 W. Así, las necesidades de potencia derivadas de estas tomas de fuerza serán las siguientes:

**Tabla 13: Necesidades de potencia de las tomas de fuerza**

UBICACIÓN	POTENCIA (W)	Nº	POTENCIA TOTAL (W)
Almacén de estructurante	5.000	2	10.000
Nave de maduración I	5.000	1	5.000
Nave de maduración II	5.000	1	5.000
Invernaderos de vermicompostaje	5.000	2	10.000
Almacén de producto	5.000	2	10.000
<b>TOTAL</b>		<b>8</b>	<b>40.000</b>

Su ubicación exacta queda detallada en el Documento 2: Planos.

### 3.3. Necesidades totales de potencia

El cálculo de las necesidades totales se hace a partir de la suma de las necesidades de potencia de iluminación y las necesidades de potencia de las tomas de fuerza. De este modo, las necesidades totales serán:

**Tabla 14: Necesidades totales de potencia**

	POTENCIA INDIVIDUAL (W)	POTENCIA TOTAL (W)
ILUMINACIÓN	5.664	61.364
EQUIPOS	15.700	
TOMAS DE FUERZA	40.000	

## 4. DISEÑO DE LOS CIRCUITOS

### 4.1. Disposición de circuitos en el cuadro de distribución

Con la instalación eléctrica y su dimensionamiento se busca satisfacer las necesidades eléctricas anteriormente indicadas. Este apartado se complementa con el documento de Planos, donde se representan el esquema unifilar de la instalación y la colocación de la instalación en la planta.

En cada edificio y en las balsas se instalarán Cuadros Secundarios de Mando y Protección que derivarán del Cuadro General de Mando y Protección.

Siguiendo las especificaciones de la ITC-BT-19, se subdividirá la instalación eléctrica en circuitos, en función de las necesidades, con el objetivo de evitar interrupciones innecesarias en todo el circuito y las perturbaciones originadas por averías en un punto puedan afectar a toda la instalación. Además, con ello se facilitan las tareas de verificación, ensayos y mantenimiento.

De acuerdo con las cargas existentes en la planta se han distribuido por circuitos tal y como se indica en la siguiente tabla, con sus códigos y potencias. Se han diferenciado los circuitos según su utilización para iluminación (CI) o para fuerza (CF).

**Tabla 15: Potencias requeridas en cada circuito**

EDIFICIO	CUADRO	CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	POTENCIA LUMINICA (W)	POTENCIA DE FUERZA (W)
Almacén estructurante	C-1	CI-10	Iluminación interior	1.176	-
		CI-11	Iluminación exterior	30	-
		CI-12	Iluminación de emergencia	6	-
		CF-10	Tomas de fuerza	-	5.000
		CF-11	Tomas de fuerza	-	5.000
Nave maduración I	C-2A	CI-20	Iluminación interior	588	-
		CF-20	Tomas de fuerza	-	5.000

<b>Nave maduración II</b>	C-2B	CI-21	Iluminación interior	588	-
		CF-21	Tomas de fuerza	-	5.000
<b>Invernadero vermicompostaje I</b>	C-3A	CI-30	Iluminación interior	1.176	-
		CF-30	Tomas de fuerza	-	5.000
<b>Invernadero vermicompostaje II</b>	C-3B	CI-31	Iluminación interior	1.176	-
		CF-31	Tomas de fuerza	-	5.000
<b>Almacén producto</b>	C-4	CI-40	Iluminación interior	588	-
		CI-41	Iluminación exterior	30	-
		CI-42	Iluminación de emergencia	6	-
		CF-40	Tomas de fuerza I	-	5.000
		CF-41	Tomas de fuerza II	-	5.000
<b>Balsa lixiviados</b>	C-5	CI-50	Iluminación exterior	120	-
		CF-50	Bomba	-	5.000
<b>Balsa pluviales</b>	C-6	CI-60	Iluminación exterior	180	-
		CF-60	Bomba	-	10.000

## 4.2. Voltaje

El voltaje de los circuitos depende de si la instalación es monofásica o trifásica. En las primeras, este será de 220-230V y en las segundas será de 380-400V. Para la simplificación de cálculos se emplearán los valores de 230V y 400V respectivamente.

**Tabla 16: Voltajes requeridos en cada circuito**

EDIFICIO	CIRCUITO	VOLTAJE (V)	CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	VOLTAJE (V)
<b>Almacén estructurante</b>	C-1	400	CI-10	Iluminación interior	230
			CI-11	Iluminación exterior	230
			CI-12	Iluminación de emergencia	230
			CF-10	Tomas de fuerza I	400
			CF-11	Tomas de fuerza II	400
<b>Nave maduración I</b>	C-2A	400	CI-20	Iluminación interior	230
			CF-20	Tomas de fuerza	400
<b>Nave maduración II</b>	C-2B	400	CI-21	Iluminación interior	230
			CF-21	Tomas de fuerza	400
<b>Nave vermicompostaje I</b>	C-3A	400	CI-30	Iluminación interior	230
			CF-30	Tomas de fuerza	400
<b>Nave vermicompostaje II</b>	C-3B	400	CI-31	Iluminación interior	230
			CF-31	Tomas de fuerza	400
<b>Almacén producto</b>	C-4	400	CI-40	Iluminación interior	230
			CI-41	Iluminación exterior	230
			CI-42	Iluminación de emergencia	230
			CF-40	Tomas de fuerza I	400
			CF-41	Tomas de fuerza II	400
<b>Balsa lixiviados</b>	C-5	400	CI-50	Iluminación exterior	230

			CF-50	Bomba	400
Balsa pluviales	C-6	400	CI-60	Iluminación exterior	230
			CF-60	Bomba	400

### 4.3. Intensidad

La intensidad (I) define la cantidad de corriente eléctrica que recorre un circuito eléctrico. Previo al cálculo de la misma, se deben considerar algunos parámetros que influyen en deducción.

- Factores de corrección:
  - Alumbrado (lámparas de descarga) = 1,80
  - Motor o tomas de corriente = 1,25
  - Circuitos con riesgo de incendios = 1,18
  - Circuitos de cuadro general = 1,00
- Factor de simultaneidad: refleja la cantidad de potencia que requiere el circuito simultáneamente de media. Se considera un valor de 1, como si todos funcionaran a la vez, como sistema de seguridad.

También deben considerarse otros dos factores de corrección, asociado a la temperatura exterior y al agrupamiento de cables. Las siguientes tablas indican su aplicación, según los casos.

Tabla 17: Factor de corrección según agrupamiento de cables (ITC-BT-07)

DISPOSICIÓN CABLES CONTIGUOS	NÚMERO DE CIRCUITOS O CABLES MULTICONDUCTORES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
AGRUPADOS EN UNA SUPERFICIE EMPOTRADOS O EMBUTIDOS	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,45	0,40	0,40
CAPA ÚNICA SOBRE PARED, SUELO O SUPERFICIE SIN PERFORAR	1,00	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	SIN REDUCCIÓN ADICIONAL PARA MÁS DE 9 CIRCUITOS O CABLES MULTICONDUCTORES		
CAPA ÚNICA EN EL TECHO	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,65	0,65	0,60	0,60			
CAPA ÚNICA EN UNA SUPERFICIE PERFORADA VERTICAL U HORIZONTAL	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,75	0,75	0,70	0,70			
CAPA ÚNICA CON APOYO DE BANDEJA ESCALERA O ABRAZADERAS (COLLARINES),ETC.	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80			

**Tabla 18: Factor de corrección según temperatura externa (ITC-BT-07)**

TIPO DE AISLAMIENTO	TEMPERATURA (°C)														
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
PVC	1,40	1,34	1,29	1,22	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,70	0,57	—	—	—	—
XLPE y EPR	1,26	1,23	1,19	1,14	1,10	1,05	1,00	0,96	0,90	0,83	0,78	0,71	0,64	0,55	0,45

Estos factores de corrección se aplican a la intensidad teórica ( $I_t$ ), hallándose la intensidad real ( $I_r$ ). En función de si la corriente es trifásica o monofásica la fórmula varía.

$$I_t = \frac{P}{U \times \cos \varphi}$$

**Ecuación 3: Intensidad teórica en circuito monofásico**

Siendo:

- $I_t$  = Intensidad teórica (A)
- P = Potencia (W)
- U = Tensión (V)
- $\cos \varphi$  = factor de potencia

$$I_t = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}$$

**Ecuación 4: Intensidad teórica en circuito trifásico**

A partir de la intensidad teórica, teniendo en cuenta los factores de corrección, se halla la real, como se ha indicado anteriormente.

$$I_r = \frac{I_t}{F_c}$$

**Ecuación 5: Intensidad real**

Donde

- $I_r$  = Intensidad real (A)
- $F_c$  = Factor de corrección

**4.5. Sección**

Calculadas la intensidad teórica y la real se debe ir a la norma UNE 20460-5-523:2004, cuya tabla A.52-1 BIS, indica la sección del conductor a partir de sus características.

El recubrimiento de los cables se hará con polietileno reticulado (XLPE), ya que es un material termoestable y, por lo tanto, más resistente a las temperaturas elevadas. Como se indicó en el primer punto del presente anejo, la instalación interior se realizará con cables multipolares sobre rejillas.

Tabla 19: Intensidades admisibles (A) al aire (40°C) (UNE, 2004)

Método de instalación de la Tabla 52-B1	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
 CONDUCTORES AISLADOS EN TUBOS EMPOTRADOS EN PAREDES AISLANTES	A1		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
 CONDUCTORES MULTICABLES EN CONDUCTOS EMPOTRADOS EN PAREDES AISLANTES	A2	PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2								
 CONDUCTORES AISLADOS EN CONDUCTOS EN MONTAJE SUPERFICIAL O EMPOTRADOS EN OBRA	B1				PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2				
 CONDUCTORES MULTICABLES EN CONDUCTOS EN MONTAJE SUPERFICIAL O EMPOTRADOS EN OBRA	B2			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
 Cables unipolares o multipolares sobre una pared	C					PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2			
 Cable multicable al aire libre. Distancia al muro no inferior a 0,3 veces el diámetro del cable.	E						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2		
 Cables unipolares en contacto al aire libre. Distancia al muro no inferior al diámetro del cable.	F							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
<b>Sección mm<sup>2</sup>, Cables (Cu)</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>
1,5		11	11,5	12	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	63	68	76	—	—
16		45	49	54	59	66	70	73	81	83	91	105	—	—
25		59	64	70	77	84	88	95	103	110	118	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	321	—
120		—	—	—	208	225	240	260	280	301	314	348	380	—
150		—	—	—	236	260	274	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	—

Es necesario consultar las Tablas 52-C1 a 52-C12 con el fin de determinar la sección de los conductores para lo que la intensidad admisible anterior es aplicable para cada uno de los métodos de instalación.

Aplicando las fórmulas anteriormente descritas, y según las especificaciones de la tabla anterior, las secciones de los cables, para cada circuito, serán:

**Tabla 20: Intensidad y sección de la instalación eléctrica**

Cuadros	Circuito	Tensión (V)	Potencia (W)	I real (A)	I diseño (A)	S (mm <sup>2</sup> )
Derivación individual	C-0	400	60.604	84,66	76,96	120
<b>General</b>	C-1	400	11.212	17,51	19,90	2,5
	C-2	400	11.176	17,37	19,74	10
	C-3	400	12.352	21,92	24,91	16
	C-4	400	10.626	15,24	17,32	16
	C-5	400	4.420	4,15	7,55	25
	C-6	400	9.380	8,45	15,37	25
<b>C-1</b>	CI-10	230	1.225	5,86	6,46	2,5
	CI-11	230	30	0,14	0,16	2,5
	CI-12	230	6	0,03	0,03	2,5
	CF-10	400	5.000	8,02	7,29	2,5
	CF-11	400	5.000	8,02	7,29	2,5
<b>C-2A</b>	CI-20	230	588	2,84	3,23	2,5
	CF-20	400	5.000	8,02	7,29	2,5
<b>C-2B</b>	CI-21	230	588	2,84	3,23	2,5
	CF-21	400	5.000	8,02	7,29	2,5
<b>C-3A</b>	CI-30	230	1225	5,68	6,46	6
	CF-30	400	5.000	8,02	7,29	2,5
<b>C-3B</b>	CI-31	230	1225	5,68	6,46	6
	CF-31	400	5.000	8,02	7,29	2,5
<b>C-4</b>	CI-40	230	1.176	2,84	3,23	2,5
	CI-41	230	30	0,14	0,16	2,5
	CI-42	230	6	0,03	0,04	2,5
	CF-40	400	5.000	8,02	7,29	2,5
	CF-41	400	5.000	8,02	7,29	2,5
<b>C-5</b>	CI-50	230	120	0,29	0,33	2,5
	CF-50	400	5.000	8,02	7,29	2,5
<b>C-6</b>	CI-60	230	150	0,87	0,99	2,5
	CF-60	400	10.000	16,04	14,58	2,5

Nótese que todas las secciones mínimas seleccionadas son iguales o superiores a 2,5 mm. Esto se debe a que, en ámbitos industriales, las secciones de 1,5 mm no son empleadas por ser excesivamente finos.

#### 4.6. Caída de tensión

Debe comprobarse si la sección calculada es suficiente para transportar la energía con una eficiencia adecuada, es decir, sin grandes caídas de tensión. Estas tienen un límite, marcado por la normativa y que se resume en la siguiente tabla.

**Tabla 21: Valor de la caída de tensión admisible en las diferentes líneas (ITC-BT 19)**

LÍNEA	CAIDA ADMISIBLE (%)
Contadores concentrados	1,0
Derivación individual	1,5
Instalación de fuerza	5,0
Instalación de alumbrado	3,0

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de las derivaciones individuales, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas, según el tipo de esquema utilizado.

La fórmula para su cálculo es la siguiente, variando ligeramente entre si la corriente es monofásica o trifásica.

$$e = \frac{2 \times I \times l \times \cos \varphi}{\gamma \times s}$$

**Ecuación 6: Caída de tensión en circuitos monofásicos**

$$e = \frac{\sqrt{3} \times I \times l \times \cos \varphi}{\gamma \times s}$$

**Ecuación 7: Caída de tensión en circuitos trifásicos**

Siendo:

- e = caída de tensión (V)
- I = intensidad (A)
- L = longitud de la línea (m)
- $\gamma$  = conductividad (calculada a partir de la tabla 22)

- $s$  = sección del conductor (mm)

**Tabla 22: Conductividad de conductores (s/m)**

	20°C	70°C	90°C
Cobre	56	47,6	44
Aluminio	35	29	27,3

Se consideran cables de cobre para trabajar con una temperatura de hasta 90°C, por lo que su conductividad es de 44 s/m.

Las secciones seleccionadas en la Tabla 20 se han comprobado para conseguir unas caídas de tensión inferiores a las exigidas por la normativa, siguiendo los pasos especificados en la guía BT-15.

#### 4.7. Canalización de los cables

Son los elementos físicos que protegen a los conductores. La sección del conductor neutra será, como mínimo, igual a la de las fases. La sección del conductor de protección se establecerá según:

**Tabla 23: Sección de los conductores de protección en relación a la sección de los conductores de fase (ITC-BT 21)**

Sección de conductores de fase (mm <sup>2</sup> )	Sección mínima conductores de protección (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$\frac{S}{2}$

Las canalizaciones serán tubos con un diámetro establecido según el número de conductores que lleva (5 en trifásico y 3 en monofásico) y la sección de los mismos, según ITC BT- 21.

**Tabla 24: Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir (ITC-BT 21)**

Sección nominal de los conductores unipolares (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	--
185	50	63	75	--	--
240	50	75	--	--	--

Los tubos, de cada uno de los circuitos quedarían según la siguiente tabla:

**Tabla 25: Disposición y características de los tubos**

Cuadros	Circuito	S cable (mm <sup>2</sup> )	Nº cables	S tubo (mm <sup>2</sup> )	Disposición
Derivación individual		120	5	75	Enterrado
<b>General</b>	C1	2,5	5	20	Enterrado
	C2	10	5	32	Enterrado
	C3	16	5	32	Enterrado
	C4	16	5	32	Enterrado
	C5	25	5	40	Enterrado
	C6	25	5	40	Enterrado
<b>C-1</b>	CI-10	2,5	3	16	Pared/techo
	CI-11	2,5	3	16	Pared/techo
	CI-12	2,5	3	16	Pared/techo
	CF-10	2,5	5	20	Pared
	CF-11	2,5	5	20	Pared/techo
<b>C-2A</b>	CI-20	2,5	3	16	Pared/techo
	CF-20	2,5	5	20	Pared/techo
<b>C-2B</b>	CI-21	2,5	3	16	Pared/techo
	CF-21	2,5	5	20	Pared/techo
<b>C-3A</b>	CI-30	6	3	20	Pared/techo
	CF-30	2,5	5	20	Pared
<b>C-3B</b>	CI-31	6	3	20	Pared/techo
	CF-31	2,5	5	20	Pared/techo
<b>C4</b>	CI-40	2,5	3	16	Pared/techo
	CI-41	2,5	3	16	Pared/techo
	CI-42	2,5	3	16	Pared/techo
	CF-40	2,5	5	20	Pared
	CF-41	2,5	5	20	Pared
<b>C-5</b>	CI-50	2,5	3	16	Enterrado
	CF-50	2,5	5	20	Enterrado
<b>C-6</b>	CI-60	2,5	3	16	Enterrado
	CF-60	2,5	5	20	Enterrado

Los trazados de las canalizaciones se harán preferiblemente siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se realiza la instalación eléctrica.

## 5. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

Los elementos de protección son todos aquellos mecanismos e instrumentos que se utilizan para la protección de las personas cuando se realiza una interacción directa o indirecta con la corriente eléctrica de una instalación.

### 5.1. Protecciones contra contactos directos

Según la ITC-BT-24, todas las cajas de derivación deberán estar convenientemente cerradas, así como los distintos elementos de la instalación, evitándose de esta forma el posible contacto accidental de las partes activas de los materiales eléctricos con personas u objetos.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo. Estas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE 20.324.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IPXXD.

Para evitar los contactos fortuitos con las partes activas, la instalación se realizará en zonas que no sean accesibles fácilmente y solo para personal autorizado.

Las partes accesibles simultáneamente, que se encuentran a tensiones diferentes no deben encontrarse dentro del volumen de accesibilidad. El volumen de accesibilidad de las personas se define como el situado alrededor de los emplazamientos en los que pueden permanecer o circular personas, y cuyos límites no pueden ser alcanzados por una mano sin medios auxiliares.

### 5.2. Protecciones contra contactos indirectos

Al igual que en el caso anterior, se hace referencia a la ITC-BT-24. Cada circuito o grupo de circuitos, según el caso, se protegerá contra contactos indirectos mediante la instalación de un interruptor diferencial que abrirá el circuito cuando detecte un fallo de aislamiento con contacto a tierra. Para su elección se debe cumplir que la intensidad nominal del mismo sea mayor que la intensidad de línea del circuito o conjunto de circuitos.

El corte automático de la alimentación después de la aparición de un fallo está destinado a impedir que una tensión de contacto de valor suficiente, se mantenga durante un tiempo tal que puede dar como resultado un riesgo.

### 5.3. Protecciones contra sobreintensidades

Cada circuito se protegerá contra sobreintensidades mediante un interruptor automático magnetotérmico (P.I.A.). Para su correcta elección se debe cumplir que la intensidad nominal sea mayor o igual que la intensidad nominal de la línea y menor o igual que la intensidad máxima admisible de los conductores.

Como las intensidades, tanto en las tomas de fuerza como en el alumbrado no superan los 20 A, se podrá emplear el mismo magnetotérmico para todos los circuitos. Este tendrá un rango de trabajo de 16-100 A y una capacidad de corte a 3 niveles (16, 25 y 36 kA).

## 6. CONSUMO DE ELECTRICIDAD

El consumo de electricidad queda determinado por la potencia empleada y el número de horas durante el que se emplea. El cálculo se hará para un año completo. Por lo tanto, se deberán tomar unos datos orientativos para aproximar los cálculos de consumo energético anual.

Se considera que el consumo de las luminarias se produce durante 12h/d para los 5 días laborables semanales, lo que supone más de una jornada laboral, con el fin de obtener unos datos sobredimensionados, para casos de necesidad.

Los datos de los diferentes equipos eléctricos (ensacadoras y bombas) se han obtenido a partir de las horas de trabajo estimadas para cada uno de ellos.

**Tabla 26: Necesidades de energía anuales (kW/año) para la explotación de compostaje**

NECESIDADES	Potencia (W)	Consumo (h/d)	Trabajo (d)	kW/año
Luminarias	5.664	12	260	17.485
Ensacadora	1.100	16	52	916
Tolva ensacadora	1.100	1	52	58
Bomba lixiviados	4.300	8	52	1.790
Bomba pluviales	9.200	4	156	5.745
<b>TOTAL</b>				<b>25.995</b>

Para el cálculo de la estimación del consumo eléctrico derivado de la actividad productiva deben diferenciarse los principales términos que definen la factura. Estos son el Término de potencia (Tp) y el Término de energía (Te).

El Término de potencia (Tp) depende de la potencia contratada, es decir, del total de kW que se espera consumir en un momento y que, por tanto, la empresa

suministradora deberá ser capaz de garantizar. Para ello se hace una estimación a partir de la potencia total estimada ( $P_t$ ) multiplicándola por un coeficiente de simultaneidad ( $c_s$ ), que se suele considerar del 0,8. De esta forma:

$$P_t = 61,304 \times 0,8 = 49,043 \text{ kW}$$

Se considera un precio por kW de potencia contratada de 0,0999 kW·día, siendo el Término de potencia anual:

$$T_p = 49,043 \times 0,0999 \times 365 = 1.788,28 \text{ €/año}$$

El Término de energía ( $T_e$ ) hace referencia al consumo de energía consumida por la explotación. Para su cálculo se deben estimar las horas de funcionamiento de los equipos, como se ha hecho en la "Tabla 26" (25.995 kW/año) y se multiplica por el precio de la energía facturada, que se considera de 0,104 €/kWh. Para mayor seguridad, se aplica un factor de seguridad del 10% en el consumo de energía.

$$T_e = 25.995 \times 1,10 \times 0,104 = 2.973,8 \text{ €/año}$$

Además de estos valores, para la estimación de la factura energética deben incluirse los impuestos de electricidad, que se aplica sobre los dos anteriores y el IVA, que se hace sobre el total anterior.

Para los impuestos de electricidad se va a considerar un porcentaje del 5,11%:

$$I = (1.788,28 + 2.973,8) \times 5,11\% = 238,1 \text{ €}$$

El IVA supone un 21% del total:

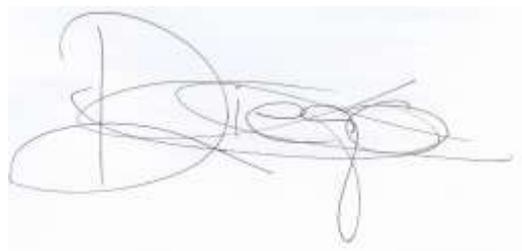
$$IVA = (1.788,28 + 2.973,8 + 238,1) \times 21\% = 1.050,04 \text{ €}$$

Finalmente, el gasto total anual en electricidad queda resumido en la tabla a continuación:

**Tabla 27: Gasto estimado de electricidad anual**

<b>CONCEPTO</b>	<b>VALOR (€/año)</b>
Término de potencia	1.788,28
Término de energía	2.973,8
Impuestos electricidad	238,1
IVA	1050,04
<b>TOTAL</b>	<b>6.050,22</b>

Palencia, a 14 de Julio de 2020



Fdo: Diego Conde Cid

Alumno del Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

**MEMORIA**

**ANEXO VIII: ESTUDIO DE IMPACTO  
AMBIENTAL**



## ÍNDICE ANEJO VIII

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. LEGISLACIÓN APLICABLE</b>	<b>1</b>
<b>3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO</b>	<b>2</b>
<b>4. DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS</b>	<b>3</b>
<b>5. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS</b>	<b>4</b>
5.1. Actividades causantes de impactos .....	4
5.2. Factores afectados por los impactos .....	7
<b>6. CUANTIFICACIÓN DE IMPACTOS</b>	<b>8</b>
6.1. Metodología de valoración de matrices .....	8
6.2. Matrices de identificación de impactos .....	9
6.3. Matrices de cuantificación de impactos .....	11
6.4. Resultados obtenidos .....	12
<b>7. MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS</b>	<b>12</b>
<b>8. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL</b>	<b>15</b>
8.1. Fundamentos del programa de vigilancia ambiental .....	15
8.2. Desarrollo del programa de vigilancia ambiental .....	17
<b>9. CONCLUSIONES</b>	<b>18</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Baremación de impactos</i> _____	9
<i>Tabla 2: Matriz de identificación de impactos</i> _____	10
<i>Tabla 3: Matriz de cuantificación de impactos</i> _____	11

## 1. INTRODUCCIÓN

El Estudio de Impacto Ambiental tiene como objetivo identificar, predecir, prevenir o corregir (si fuera necesario) aquellas consecuencias (impactos) provocadas por la realización del proyecto en la zona, desde el punto de vista medio ambiental.

Según la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación ambiental, se considera como impacto una *“alteración de carácter permanente o de larga duración de uno o varios de los siguientes factores: la población, la salud humana, la flora, la fauna, la biodiversidad, la geodiversidad, la tierra, el suelo, el subsuelo, el aire, el agua, el clima, el cambio climático, el paisaje, los bienes materiales, incluido el patrimonio cultural, y la interacción entre todos los factores mencionados”*.

El objetivo de este procedimiento técnico-administrativo es el de hacer compatible el desarrollo de las actividades, principalmente productivas, con la conservación del medio ambiente, actuando siempre de forma preventiva, suponiendo previamente los impactos significativos que las acciones del proyecto sobre el entorno.

El procedimiento técnico-administrativo conlleva la presentación por parte del promotor de un Documento de Análisis Ambiental, en el cual se definan los factores ambientales significativos, las acciones del proyecto y los impactos ambientales más significativos. Así como las medidas protectoras y compensatorias para evitar o reducir los impactos identificados.

A partir de lo anteriormente expuesto y siguiendo la Ley 21/2013 de 9 de diciembre de Evaluación Ambiental, se determina que el presente proyecto no deberá someterse a una evaluación ambiental ordinaria, ya que sus características no se incluyen dentro del Grupo 8 *“Proyectos de tratamiento y gestión de residuos”* del Anexo I de dicha ley. Pero sí que se enmarca en el Grupo 9, letra b), del Anexo II *“Instalaciones de eliminación o valorización de residuos no incluidas en el anexo I que no se desarrollen en el interior de una nave en polígono industrial, o con cualquier capacidad si la actividad se realiza en el exterior o fuera de zonas industriales”*. Por lo que será necesaria una evaluación de impacto simplificado, realizándose para ello la redacción de un Informe de Impacto Ambiental.

## 2. LEGISLACIÓN APLICABLE

El presente estudio cumplirá en todo momento lo establecido en la legislación referente a su aplicación.

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación ambiental
- Ley 11/2003, de 8 de abril, de Prevención Ambiental de Castilla y León
- Decreto Legislativo 1/2015, de 12 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León
- Ley 5/1999, de 8 de abril, de Urbanismo de Castilla y León

- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Dominio Público Hidráulico
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados

### 3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El promotor del presente proyecto es la empresa Granja Potosí S.L, propietaria de la granja cunícula, de cuyos estiércoles se quiere realizar una mejor gestión a través del compostaje, obteniendo de este modo un producto valorizable, con buenas características agronómicas.

Esta explotación genera aproximadamente 4.000 t de estiércol, que se acumulan en una balsa anexa a las naves. En la actualidad, la gestión de estos residuos se hace mediante la venta de los mismos a un agricultor local a un precio muy bajo. Además de ello, debe considerarse que la aplicación directa de estos excrementos al campo, puede conllevar problemas en el medio sobre el que se realiza y en sus inmediaciones, como se explica en el Anejo I “*Antecedentes*”.

El compostaje y el vermicompostaje consisten en sendos procesos biológicos en presencia de oxígeno. Durante este proceso tiene lugar una sucesión de actividad por parte de distintos microorganismos (y de lombrices en el caso del vermicompostaje) que modifican las condiciones de pH, temperatura y composición del compost. La mayor diferencia entre ambas es que el compostaje sufre una fase termófila que no ocurre en el otro.

Las edificaciones previstas en el presente proyecto son aquellas necesarias para dar soporte al proceso de compostaje y vermicompostaje. Estas infraestructuras corresponden a dos cubiertas gemelas de 2.200 m<sup>2</sup>, 8 invernaderos con una superficie total de 4.032 m<sup>2</sup>, dos almacenes de 640 y 510 m<sup>2</sup> y dos balsas, una de lixiviados de 259 m<sup>2</sup> y otra de pluviales de 405 m<sup>2</sup>.

Se instalarán en las parcelas con referencia catastral 47186A003001100000BB y 47186A003000570000BO, consideradas como suelo rústico y con uso principal agrario. Sus coordenadas son 41°49'46.0"N 5°00'40.0"W.

Como resumen a lo anteriormente expuesto, los objetivos del proyecto son:

- Revalorizar económicamente los subproductos de la actividad ganadera
- Desarrollar una solución adecuada, integral y sostenible desde el punto de vista ambiental para los excrementos de conejo

## 4. DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS

Las alternativas planteadas en el presente proyecto quedan explicadas en el Anejo III “*Estudio de alternativas*” de forma detalla. Resumidamente, las alternativas planteadas son las siguientes:

### A. Localización

- Parcela próxima al municipio
- Parcela próxima a la granja

### B. Material estructurante

- Residuos de poda
- Paja
- Sarmientos
- Viruta/astillas
- Residuos de la propia explotación

### C. Tecnología de tratamiento de residuos

- Vertido
- Tratamiento térmico
- Deshidratación/secado
- Digestión anaerobia
- Compostaje

### D. Aplicación de la tecnología

- Compostaje en pilas volteadas y maduración en mesetas
- Compostaje en pilas estáticas con ventilación forzada y maduración en mesetas
- Pre-compostaje en pilas volteadas con vermicompostaje posterior
- Pre-compostaje en pilas volteadas con parte a vermicompostaje y parte a maduración

### E. Cubierta para el proceso de vermicompostaje

- Estructura compuesta por pórticos

- Estructura compuesta por cerchas
- Invernadero tipo capilla

#### F. Material para la cubierta de vermicompostaje

- Policloruro de vinilo (PVC)
- Polietileno (PE)
- Copolímero etil-acetato de vinilo (EVA)
- Policarbonato (PC)

La alternativa seleccionada, de todas las planteadas ha sido el pre-compostaje en pilas volteadas con una parte a vermicompostaje y otra parte a maduración, empleando paja como estructurante. La fase de vermicompostaje se desarrollará bajo invernaderos con cubierta de polietileno térmico verde. La obra se realizará en la parcela anexa a la explotación cunícola, reduciéndose de este modo tantos los impactos en la población cercana como la contaminación derivada del transporte de los residuos.

## 5. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Los impactos producidos por las actividades desarrolladas en este proyecto, pueden diferenciarse en tres fases distintas: durante la fase de construcción, durante la fase de explotación y durante la fase de abandono. En todas ellas, la incidencia de cada tipo de impacto no será similar, no afectando en todos los casos los mismos impactos.

### 5.1. Actividades causantes de impactos

Las principales actividades causantes de impactos, tanto durante la fase de obras como durante la de la explotación son: generación de residuos, vertidos, emisiones y construcciones.

#### A. Residuos

Un producto o sustancia que deja de tener utilidad para las actividades de una explotación se convierte en un residuo, ya que su poseedor tiene la obligación de desprenderse de él, debido a que no se pueden acumularse indefinidamente en las instalaciones. La diferencia con un subproducto es cuando este puede tener un uso diferente.

La aplicación directa de las deyecciones animales conlleva problemas, como son la contaminación de aguas subterráneas, difusión de patógenos, exceso de nutrientes en el medio y consumo de oxígeno para su degradación, etc. Esto tiene graves afecciones no solo para el suelo o las aguas, si no que finalmente se refleja en las comunidades faunísticas y vegetales que en ellos habitan.

Tecnologías como el compostaje permiten la transformación de estos residuos en un subproducto de una nueva fase productiva, que tiene como beneficio final un material de gran calidad agronómica, con beneficios para el suelo.

Dentro de los residuos también se incluyen los derivados de las construcciones, como son el hormigón, cemento, maderas... cuyo mayor impacto se produce en el paisaje. Este grupo también contiene aquellos residuos que pueden generarse tanto en la fase de construcción como en la de explotación y en la de abandono. Estos son los envases, los plásticos de todo tipo, aceites, lubricantes y otros líquidos de diferente naturaleza, la chatarra y el vidrio. Su alta persistencia en el medio conlleva problemas de contaminación, deterioro del paisaje, etc.

## **B. Vertidos**

Los vertidos potenciales del proyecto son por un lado los efluentes del compost y las aguas de lluvias caídas sobre la era de fermentación o sobre los residuos acumulados. También pueden darse vertidos de aguas de limpieza de los equipos y maquinaria.

Los lixiviados son líquidos que percolan de los residuos, con alto contenido en compuestos químicos, pudiendo ser muy elevado el total de sólidos en suspensión además de su demanda química de oxígeno (para su degradación), llegando a causar alteraciones en el medio e incluso su degradación.

Para evitar estos problemas se trabajará sobre soleras de hormigón con cunetas interiores para la recogida de las aguas residuales y su conducción a una balsa debidamente impermeabilizada y su posterior gestión.

Su aprovechamiento como agua de riego en las operaciones de la explotación reducen su volumen, lo que conlleva una disminución del riesgo asociado.

### **C. Emisiones**

Las emisiones más importantes del proyecto son la producción de polvo y ruidos durante la fase de obra y la liberación de olores durante la fase de funcionamiento. También se emitirán gases de combustión por el funcionamiento de la maquinaria en ambas fases, pero este se considerará mínimo ya que cumplirán la legislación de Inspección Técnica de Vehículo (ITV).

La generación de ruidos durante la fase de funcionamiento será puntual, durante las labores de movimiento y volteo del compost. Por ello se considerará un impacto no significativo.

Su lejanía de núcleos de población (> 2 km) hace que los problemas derivados de las emisiones de malos olores y ruidos sean mínimos.

La generación de partículas de polvo cobrará especial importancia en la fase de obras debido al movimiento de tierras y al funcionamiento de la maquinaria. Durante la fase de funcionamiento no habrá emisiones de polvo que se puedan considerar importantes, siempre y cuando se cumplan las normativas de buen funcionamiento.

### **D. Construcciones**

Las intervenciones llevadas a cabo para la construcción de las infraestructuras necesarias para desarrollar el proyecto conllevarán una serie de impactos, que pueden afectar tanto al medio biótico (flora y fauna) como al abiótico (atmósfera, aguas superficiales y subterráneas y suelo).

Los principales impactos derivado de estas acciones son los movimientos de tierras (eliminación de la capa superficial del suelo y de ecosistemas, ocupación y compactación del suelo y generación de polvo y ruidos), levantamiento de edificios (impacto visual y ocupación de terreno), transporte de materiales y personas (emisiones de gases, efluentes contaminantes y ruidos, compactación del terreno y molestias a la fauna), además de la generación de residuos de todo tipo que dicha actividad tiene asociada (plásticos, escombros, maderas, etc.).

## 5.2. Factores afectados por los impactos

Los principales factores que se ven afectados por dichas actividades son:

### A. Medio abiótico

- Atmosfera
  - Calidad del aire: emisión de polvo y gases de efecto invernadero durante la fase de construcción y de funcionamiento, además de la generación de malos olores por malas prácticas durante el funcionamiento de la explotación.
  - Ruidos: durante las operaciones de construcción y funcionamiento con la maquinaria
- Aguas superficiales y subterráneas: pueden ver modificadas sus características por el vertido de lixiviados o aguas de limpieza de equipos y residuos, provocando eutrofización y aumento de salinidad.
- Suelo
  - Superficie: por alteración de la capa superficial al ser retirada, el tránsito de vehículo, la generación de residuos y la llegada de lixiviados.
  - Compactación: por el tránsito de maquinaria y vehículos, además de la construcción de las infraestructuras.

### B. Medio biótico

- Fauna
  - Acuática: modificación de las características de su hábitat
  - Terrestres: por ocupación de su hábitat, generación de residuos que atraigan vectores de enfermedades, alteración de sus actividades y generación de ruidos y polvo
- Vegetación
  - Cultivos: ocupación de superficie en detrimento de los mismos, generación de lixiviados y residuos que contaminen el suelo

- Silvestres: ocupación de superficie en detrimento de los mismos, generación de lixiviados y residuos que contaminen el suelo

### **C. Medio socioeconómico**

- Paisaje: impacto visual derivado de la modificación de su perfil, por la construcción de las infraestructuras y del tránsito de vehículos.
- Empleo: se generarán dos puestos de trabajo durante la fase de explotación y 3 durante la fase de construcción
- Poblaciones próximas: molestias por exceso de tráfico, malos olores, incremento de vectores de enfermedad que residen en los excrementos
- Desarrollo sostenible: al transformar un residuo, que se aplica directamente sobre la tierra en un producto de excelentes características agronómicas y edáficas

## **6. CUANTIFICACIÓN DE IMPACTOS**

La cuantificación de los impactos provocados por las acciones planteadas en el presente proyecto, se realizará mediante el empleo de matrices. Dentro de la metodología de identificaciones de impacto ambiental, las más usadas son las matrices causa–efecto, por ello son las seleccionadas.

Son matrices en las que las entradas según filas son las actuaciones del hombre causantes de las alteraciones en el medio ambiente y las entradas según columnas son los factores ambientales modificados.

Para la elaboración de las tablas se considera que se realizarán las mejores prácticas disponibles, con el fin de reducir los impactos derivados de la actividad.

### **6.1. Metodología de valoración de matrices**

Para evaluar y cuantificar los daños de cada uno de los impactos se deben jerarquizar y agregarlos para obtener un valor total del proyecto.

Cada casilla de la matriz de cuantificación se compondrá de una cifra que determina la importancia del impacto con un signo y un valor. Ambos indicarán el grado e intensidad sobre el factor. Se emplearán los siguientes factores:

- I = Intensidad (grado de incidencia de la acción sobre el factor)

- E = Extensión (área de influencia teórica del impacto)
- M = Momento (tiempo que transcurre desde la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor medido)
- P = Persistencia (tiempo que teóricamente permanecerá el efecto sobre el factor medido)

En la tabla siguiente se indican los baremos de cada uno de los términos:

**Tabla 1: Baremación de impactos**

INTENSIDAD		EXTENSIÓN		MOMENTO		PERSISTENCIA	
Grado	Nº	Grado	Nº	Grado	Nº	Grado	Nº
Baja	1	Puntual	1	Inmediato	4	Fugaz	1
Media	2	Parcial	2	Medio	2	Temporal	2
Alta	4	Extenso	4	Largo plazo	1	Pertinaz	4
Muy alta	8	Total	8			Permanente	8

En las tablas de cuantificación de impacto se indicará el sumatorio de cada uno de los factores.

## 6.2. Matrices de identificación de impactos

Las matrices de identificación de impactos pretenden relacionar los aspectos del medio que se ven afectados por cada uno de los impactos existentes, sin cuantificar su intensidad.

Se comparará la situación actual con la situación derivada tras la aplicación del proyecto, empleando para ello las actividades causantes de impacto sobre los factores afectados por los mismos.

**Tabla 2: Matriz de identificación de impactos**

		Factores ambientales												
		Medio abiótico				Medio biótico				Medio socioeconómico				
		Atmósfera		Aguas	Suelo		Fauna		Vegetación		Paisaje	Empleo	Poblaciones próximas	Desarrollo sostenible
		Calidad	Ruidos		Superficie	Compactación	Acuática	Terrestre	Cultivos	Silvestre				
Fase de obras	Desbroce	X	X				X	X	X	X				
	Movimiento de tierras	X			X	X	X	X	X	X				
	Uso de maquinaria	X	X		X	X	X			X				
	Construcciones	X	X		X	X	X			X				
	Transporte de materiales	X	X		X	X	X			X		X		
Fase de funcionamiento	Almacenamiento de estiércol	X		X	X		X			X				
	Uso maquinaria	X	X		X		X							
	Generación de efluentes			X	X		X	X	X	X		X		
	Recogida pluviales			X			X					X	X	
	Riego compost			X									X	
	Almacenamiento de compost	X		X	X		X	-6		X		X		
	Mano de obra										X		X	
Fase de abandono	Desmontaje instalaciones	X	X		X	X	X			X				
	Transporte de materiales	X	X		X	X	X			X		X		
	Restauración del suelo	X		X	X		X	X		X				
	Uso maquinaria	X	X		X	X	X			X				
	Mano de obra										X			
	Cese actividad productiva		X		X			X			X			

### 6.3. Matrices de cuantificación de impactos

Con las matrices de cuantificación de impactos se especifica la magnitud del mismo, ya sea positiva o negativa.

**Tabla 3: Matriz de cuantificación de impactos**

		Factores ambientales												
		Medio abiótico				Medio biótico				Medio socioeconómico				
		Atmósfera		Aguas	Suelo		Fauna		Vegetación		Paisaje	Empleo	Poblaciones próximas	Desarrollo sostenible
Calidad	Ruidos	Superficie	Compactación		Acuática	Terrestre	Cultivos	Silvestre						
Fase de obras	Desbroce	- 8	- 7					- 12	-14	-14	-8			
	Movimiento de tierras	- 8			- 16	- 10		- 12	-7	-7	-9			
	Uso de maquinaria	- 9	- 9		- 9	- 12		- 7			-7			
	Construcciones	- 7	- 7		- 18	- 14		- 7			-14			
	Transporte de materiales	- 7	- 8		- 9	- 11		- 8			-7		-7	
Fase de funcionamiento	Almacenamiento de estiércol	- 8		- 8	- 10			- 6			-8			
	Uso maquinaria	- 9	- 9		- 9			- 7						
	Generación de efluentes			- 14	- 10			-14	-10	-10	-10	-6		-9
	Recogida pluviales			11				6						6
	Riego compost			10										7
	Almacenamiento de compost	- 5		- 6	- 8			- 6	-6			-8		-6
Fase de abandono	Mano de obra											10		7
	Desmontaje instalaciones	- 8	- 9		- 8	- 10		- 8			14			
	Transporte de materiales	- 7	- 8		- 9	- 11		- 8			-7		-7	
	Restauración del suelo	12		10	11			7	10		10			
	Uso maquinaria	- 9	- 9		- 9	- 12		- 7			-7			
	Mano de obra											9		
	Cese actividad productiva		14		9			10				-12		

De la matriz anterior se extrae que durante la fase de construcción serán muy importantes los impactos sobre el suelo. El movimiento de tierras y el desbroce afectará a la fauna y vegetación presentes en la zona sobre la que se instalarán las construcciones. Pero su impacto será solo sobre la franja en la que se realice la obra. Actualmente la parcela tiene una dedicación agrícola y las operaciones realizadas no tendrán una afección sobre ningún tipo de fauna que esté presente en la zona con alguna figura de especial protección, a excepción de la avutarda.

Durante esta fase también se desarrollarán actividades que afecten a la calidad del aire, principalmente por la emisión de partículas durante el movimiento de tierras y

las obras de construcción. También las operaciones con la maquinaria y el transporte de materiales generarán un elevado nivel de ruido durante situaciones puntuales.

En la fase de operación, los mayores riesgos provendrán de la gestión de los residuos y los lixiviados generados por los mismos. Pero unas adecuadas prácticas durante las operaciones de funcionamiento y la construcción de las infraestructuras proyectadas con los aislamientos requeridos, reducirán este riesgo al mínimo. Por otra parte, la gestión de los residuos y su transformación en un material estabilizado, tendrá consecuencias positivas tanto para el suelo como para el agua, y derivadamente para la fauna y flora que en ella habitan. Se puede considerar, por tanto, que las operaciones tendrán unas externalidades positivas.

El impacto en el paisaje derivado de las construcciones no se puede considerar muy sustancial, ya que además de proyectarse la integración de sus formas en el entorno, hay que considerar que se construirán junto a otras infraestructuras preexistentes.

#### **6.4. Resultados obtenidos**

Los resultados obtenidos de la aplicación de las matrices anteriormente descritas, permiten concluir que los factores más afectados serán el suelo, principalmente durante la fase de construcción y por la ocupación del suelo durante la fase de funcionamiento.

La fase de funcionamiento será mucho menos impactante que la de las propias obras, teniendo incluso aspectos positivos, como es la mejora de la gestión de los residuos, con repercusiones positivas para algunos factores, como son el agua y la fauna acuática, además del empleo generado o el desarrollo sostenible, que esta actividad supone.

La fauna terrestre también sufrirá un impacto importante, especialmente por la ocupación del terreno por las construcciones.

La incidencia sobre las poblaciones cercanas será mínima, ya que se encuentra suficientemente alejado de las mismas. Solo el tránsito de camiones y vehículos puede afectar de forma colateral, por el incremento del tráfico, pero será de modo puntual.

Se puede considerar por tanto que, aunque se producirán impactos en la zona, la existencia de las construcciones próximas y la gestión de unos residuos ya existentes, obteniendo un producto estabilizado y con mejores características, justifican la instalación de la planta de compostaje.

### **7. MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS**

Una vez elegida la alternativa más viable desde un punto de vista integral, habiendo justificado su elección e identificado y valorado sus impactos ambientales,

especialmente los de mayor incidencia, se procede a proponer un conjunto de medidas protectoras (preventivas, correctoras) y compensatorias.

Se diferencian tres tipos de medidas:

- **Cautelares o protectoras:** Se realizan en la fase de diseño y ejecución de la obra con la finalidad de evitar o reducir el impacto antes de que se produzca, y que en cierta medida se consideran incluidas en el proyecto de ejecución.
- **Correctoras:** Se definen como aquellas que no están consideradas en el proyecto inicial y que como consecuencia de los estudios ambientales son necesarias para disminuir o eliminar algunos impactos producidos. Son estas medidas en las que se realizará un mayor esfuerzo en su diseño y ubicación, por parte del equipo que realiza la evaluación de impacto.
- **Compensatorias:** Son aquellas que tratan de restablecer o de compensar los impactos que no han podido corregirse por medio de las medidas correctoras o protectoras, mediante acciones no necesariamente relacionadas con los impactos que se han provocado.

A continuación, se proponen medidas para los impactos según el factor ambiental afectado:

#### **A. Empleo**

- Compromiso de reubicación de los trabajadores contratados. El promotor del proyecto se compromete, en la medida de lo posible, a reubicar al personal en otras tareas dentro de la empresa o apoyar su contratación fuera de ella.

#### **B. Calidad de las aguas**

- Construcción de un depósito de almacenamiento de lixiviados atendiendo a la normativa.
- Colocación de cunetas en el perímetro interno del ámbito de actuación.
- Reutilización para el riego del compost de los lixiviados, las aguas de lavado y las aguas de lluvia recogidas en el ámbito del proyecto.
- Según lo establecido en el R.D.L. 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas, no se podrá ocupar los terrenos que lindan con las márgenes de los cauces naturales, estando sujetos en toda su extensión a una zona de servidumbre de 5 metros.

- Establecimiento de unos criterios mínimos de obligado cumplimiento para la retirada del compost maduro.
- No se almacenarán, especialmente durante la fase de obra, materiales de causar contaminación sobre las aguas superficiales o subterráneas debido a la colmatación de los cauces o la contaminación química o biológica de las mismas, como pueden ser áridos, cementos o productos químicos necesarios en el desarrollo del proyecto

### **C. Calidad del aire**

- Humectación de terreno antes del desbroce de la vegetación y movimientos de tierra.
- Cumplimiento del Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno, debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre, las cuales deberán emitir en un intervalo entre 83-105 decibelios.
- Control ITV y correcto mantenimiento de la maquinaria y vehículos.
- Limitación de la velocidad de circulación por pistas interiores.

### **D. Suelo**

- Desmonte selectivo de la tierra vegetal de la zona de actuación. Revegetación de otra parcela.
- Gestión adecuada de los residuos de construcción y demolición.
- Desmontaje de las instalaciones.
- Restauración del suelo y la cubierta vegetal

Dentro de las operaciones de restauración del suelo, se aplicarán aquellas que permitan obtener unos mejores resultados en la mejora de la fertilidad, estructura y textura del suelo, como son:

- Reducción de la pendiente mediante la construcción de terrazas
- Subsulado de al menos 70 cm para evitar la compactación
- Control de las características del suelo (pH, nutrientes, etc.)
- Aportación de suelo útil

## **E. Paisaje**

- Desmontaje de las instalaciones en la fase de cese de la actividad
- Empleo de colores térreos y pardos que se integren en el paisaje
- Construcciones de altura mínima
- Acondicionamiento de zonas colindantes
- Restauración de las condiciones ambientales, principalmente la cubierta vegetal y el suelo
- Construcción de barrera vegetal alrededor de la parcela

## **F. Fauna**

- Las líneas de baja tensión deberán discurrir soterrada por el área del proyecto
- Cerramientos de la parcela para evitar su acceso y entrada en contacto con los residuos.
- Las medidas compensatorias se proponen para compensar el impacto creado sobre la avifauna y la fauna acuática.

# **8. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL**

## **8.1. Fundamentos del programa de vigilancia ambiental**

Con el programa de vigilancia ambiental se establecerá un sistema que garantice el cumplimiento de los indicadores y medidas protectoras, correctoras y compensatorias propuestas, contenidas en el estudio de impacto ambiental. Esta vigilancia tendrá los siguientes objetivos:

- Actuaciones prohibidas, mencionándose explícitamente la realización de hogueras, los vertidos de aceites usados, aguas de limpieza de hormigoneras, escombros y basuras.
- Prácticas de conducción.
- Realización de un diario ambiental de la obra.
- Establecimiento de un régimen de sanciones.

En cada uno de los factores, se pretende conseguir los siguientes objetivos:

#### **A. Protección del suelo**

- Minimizar la ocupación de suelo por las obras y sus elementos auxiliares.
- Marcar las zonas excluidas en la parte colindante con la obra para extremar la prevención de efectos sobre ellas.
- Verificar la localización de elementos auxiliares permanentes fuera de las zonas excluidas y restringidas.
- Restauración de las zonas restringidas utilizadas para localizar elementos auxiliares temporales de las obras.
- Evitar daños producidos por la circulación de vehículos fuera de las zonas señalizadas.
- Retirada de suelos vegetales para su conservación.
- Evitar la presencia de materiales rechazables en la tierra vegetal.
- Conservación de suelos

#### **B. Protección de la calidad del aire**

- Mantener el aire libre de polvo.
- Minimizar la presencia de polvo en la vegetación.

#### **C. Protección de la calidad de las aguas**

- Evitar vertidos a cauces procedentes de las obras a realizar.
- Seguimiento de la calidad de las aguas colindantes, o potencialmente afectadas por los estiércoles y compost.
- Tratamiento y gestión de residuos.

#### **D. Protección y restauración de la vegetación**

- Protección de la vegetación autóctona implantada en la explotación.
- Preparación de la superficie del terreno para plantaciones y siembras.
- Plantaciones.

- Seguimiento de esta vegetación.

#### **E. Protección de la fauna**

- Revisión del cerramiento.
- Disminución del riesgo de choques contra la valla.

#### **F. Protección del bienestar de la población**

- Control de niveles sonoros.
- Control de niveles de olores.

### **8.2. Desarrollo del programa de vigilancia ambiental**

El programa de vigilancia ambiental se basa en una serie de controles que se irán realizando a medida que se vaya ejecutando el proyecto y posteriormente durante la explotación del mismo.

Dichos controles se podrán agrupar en función de las distintas fases del proyecto en la que se realicen

#### **A. Controles en fase de construcción**

- Vigilancia del recinto marcado para delimitar la obra.
- Vigilancia del desbroce.
- Vigilancia de la correcta eliminación de residuos.
- Vigilancia de cualquier posible contaminación de las aguas subterráneas y de los cauces próximos.

#### **B. Controles en fase de explotación**

- Control de los estiércoles y sus instalaciones
- Control de los lixiviados y sus instalaciones
- Vigilancia de las infraestructuras y maquinaria
- Control de la estética de la explotación

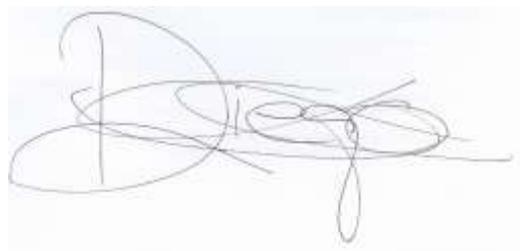
## 9. CONCLUSIONES

Expuesto todo lo anterior, se puede concluir que:

- La alta capacidad de absorción del paisaje, unido a las medidas tenidas en cuenta para el diseño de la explotación, hace que todas las construcciones se integren en el entorno con facilidad.
- Las alteraciones originadas sobre la flora y la fauna no son excesivas, especialmente considerando que la explotación se ubicará en unos terrenos anexos a una explotación cunícola y dedicados en la actualidad a aprovechamiento agrícola, y por lo tanto muy alterados ya por la acción del hombre.
- La transformación de un residuo, que se aplica actualmente al suelo directamente, con los problemas ya expuestos, en un producto estabilizado y de buenas características agronómicas, justifica el desarrollo del proyecto.
- Si se desarrollan correctamente todas las operaciones planteadas y se observan todas las medidas de control expuestas, el desarrollo del proceso productivo tendrá un impacto mínimo en las zonas colindantes.
- Con la ejecución de la explotación, se crearán puestos de trabajo de forma directa e indirecta

Por lo tanto, el impacto de la actividad objeto del presente proyecto tendrá un bajo impacto ambiental a la vez que ofrece una mejora en la gestión de los residuos producidos en la granja de conejos.

Palencia, a 14 de Julio de 2020



Fdo: Diego Conde Cid

Alumno del Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Alumno: Diego Conde Cid  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS  
Titulación de: Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

**MEMORIA**

**ANEXO IX: PROGRAMACIÓN PARA  
LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO**



## ÍNDICE ANEJO IX

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE OBRA</b>	<b>1</b>
<b>3. TIEMPO DE LAS ACTIVIDADES</b>	<b>2</b>
<b>4. PROGRAMACIÓN DE LAS ACTIVIDADES</b>	<b>5</b>
4.1. Grafo PERT.....	5
4.2. Diagrama de Gantt.....	7
<b>5. CONCLUSIONES</b>	<b>9</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Relación de actividades en el desarrollo de la obra</i> _____	2
<i>Tabla 2: Descripción y estimación de duración de actividades</i> _____	3
<i>Tabla 3: Cálculo de tiempos de Grafo PERT</i> _____	7

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1: Grafo PERT</i> _____	6
<i>Gráfico 2: Diagrama de Gannt</i> _____	8

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1: Cálculo de Tiempo Pert (TP), a partir del Tiempo Optimista (To), el Tiempo más probable (Tmp) y el Tiempo Pesismista (Tp)</i> _____	5
--	---

## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente anejo es programar las actividades necesarias para la ejecución de las obras y el orden en que estas se desarrollarán.

La programación para la ejecución del proyecto es una operación relevante, ya que permite organizar las tareas que se deben desarrollar a lo largo de la duración de las obras, conociendo el tiempo necesario para su conclusión.

Una de las mejores formas de alcanzar este objetivo es empleando un organigrama. Los empleados en este documento serán el Grafo PERT y el Diagrama de GANTT.

Los parámetros necesarios que se seguirán para obtener la programación global de la obra serán los siguientes:

- Tiempo de ejecución unitaria de las diferentes actividades en la obra.
- Acciones críticas (actividades que sin su finalización pueden conllevar un retraso en el resto de tareas).
- Acciones no críticas (actividades no críticas que pueden tener un retraso en su finalización).

Las obligaciones que se deben cumplir en cuanto a la programación, ejecución y control de las obras por parte de los agentes que participan en el proyecto se recogen en la Ley 38/1999 de Ordenaciones de la Edificación (BOE nº266, 6/11/1999). Además, en el Pliego de Condiciones del proyecto vienen determinadas las actuaciones que le corresponden a cada uno de los agentes.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE OBRA

Para la correcta organización y estimación de las actividades necesarias para la realización de las obras se debe de definir, en primer lugar, las actividades o acciones y su orden de desarrollo en el tiempo (definiendo la actividad o actividades que anteceden).

Las unidades de obra o actividades de obra serán las necesarias para la realización de 6 edificaciones: almacén de estructurante, almacén de producto final, nave de maduración, invernaderos de vermicompostaje, balsa de lixiviados y balsa de pluviales; además de la caseta de riego, los viales y la valla perimetral.

Las actividades que se van a desarrollar en la obra son las siguientes:

**Tabla 1: Relación de actividades en el desarrollo de la obra**

Nº	ACTIVIDAD	ACTIVIDAD ANTECESORA
1	Autorizaciones, permisos y licencias de obra	-
2	Replanteo	1
3	Construcción de edificaciones	1, 2
3.1	Movimiento de tierras	1, 2
3.2	Cimentaciones	1, 2, 3.1
3.3	Estructuras y cubiertas	1, 2, 3.1, 3.2
3.4	Cerramientos	1, 2, 3.1, 3.2, 3.3
3.5	Albañilería y carpintería	1, 2, 3.1, 3.2, 3.3
3.6	Soleras	1, 2, 3.1, 3.2, 3.3
4.	Instalaciones	1, 2, 3
4.1	Instalación eléctrica	1, 2, 3
4.2	Instalación de saneamiento	1, 2, 3
4.3	Instalación de riego	1, 2, 3
4.4	Equipamiento de maquinaria	1, 2, 3, 4.1, 4.2, 4.3
5	Vallado perimetral	1, 2, 3
6	Recepción de la obra	1, 2, 3, 4, 5

### 3. TIEMPO DE LAS ACTIVIDADES

El tiempo de las actividades, como anteriormente se cita, será un tiempo orientativo, a cada actividad se le asignará un tipo unitario. El tiempo de cada labor se obtendrá teniendo en cuenta el tipo de labor y la complejidad en su relación.

En la Tabla 2 quedan resumidas las actividades con la descripción de las mismas.

**Tabla 2: Descripción y estimación de duración de actividades**

<b>Nº</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TIEMPO (d)</b>
<b>1</b>	Autorizaciones, permisos y licencias de obra	Adquisición de requisitos legales y administrativos; búsqueda de financiación; contacto con empresas intervinientes.	20
<b>2</b>	Replanteo	Situación y disposición de edificaciones en la parcela.	2
<b>3</b>	Construcción de edificaciones	Engloba todas las tareas de la construcción de las edificaciones.	-
<b>3.1</b>	Movimiento de tierras	Desbroce, limpieza del terreno, retirada de la cubierta vegetal, apertura de zanjas para conducciones y tuberías, excavación de balsas.	15
<b>3.2</b>	Cimentaciones	Limpieza y nivelación de los fondos de zapatas y zanjas; vertido de hormigón de limpieza y hormigón de armado de zapatas, colocación de armadura.	43 <sup>1</sup>
<b>3.3</b>	Estructuras y cubiertas	Colocación de pórticos, cubierta y elementos estructurales.	17
<b>3.4</b>	Cerramientos	Colocación de cerramientos de bloques y chapa.	8
<b>3.5</b>	Albañilería y carpintería	Realización de las arquetas, tabiques de literas de vermicompostaje, vallado, colocación de	6

<sup>1</sup> Se incluyen los 28 días de fraguado del hormigón

		puertas exteriores.	
<b>3.6</b>	Soleras	Acondicionamiento de los suelos de las edificaciones, vertido y colocación de enchafado y hormigón.	15
<b>4.</b>	Instalaciones	Incluye todas las tareas referentes a las instalaciones, tanto la recepción y comprobación de materiales como la instalación de los mismos en la obra.	-
<b>4.1</b>	Instalación eléctrica	Colocación de canalización de los circuitos, instalación de sistemas de protección, contador, luminarias, tomas de fuerza, bombas.	9
<b>4.2</b>	Instalación de saneamiento	Colocación y conexión de arquetas, tuberías, colectores, canalones, etc.	10
<b>4.3</b>	Instalación de riego	Instalación de tuberías, aspersores, etc.	7
<b>4.4</b>	Equipamiento de maquinaria	Labores de colocación, instalación, comprobación y puesta a punto de la maquinaria necesaria.	4
<b>5</b>	Vallado perimetral	Colocación de una valla perimetral alrededor de la planta y de las balsas	6
<b>6</b>	Recepción de la obra	Examinación de la obra y observación de posibles desperfectos; firman de la documentación de recepción de la obra.	2

## 4. PROGRAMACIÓN DE LAS ACTIVIDADES

### 4.1. Grafo PERT

El grafo PERT (Program Evaluation & Review Techique), se basa en la descomposición sistemática del proyecto en una serie de tareas parciales o actividades con el objetivo de incorporar racionalmente en la planificación, gestión, seguimiento y control de dichas actividades durante la vida del mismo.

Se emplean diferentes grados de tiempo (o estimaciones), que se pueden clasificar en:

- **Tiempo optimista:** Tiempo de ejecución de una actividad, cuando las variables que intervienen en la realización de esa actividad se desarrollan excepcionalmente, considerando que la probabilidad de que ocurra sea inferior al 1%.
- **Tiempo pesimista:** Tiempo de ejecución de una actividad cuando todas las variables que intervienen son desfavorables, considerando que la probabilidad de que ocurra sea inferior al 1 %.
- **Tiempo más probable:** Tiempo que tardaría en ejecutarse una actividad, cuando no existen circunstancias ni a favor ni en contra de las actividades a realizar y éstas transcurren con normalidad.

El tiempo estimado para cada actividad, se evalúa a partir de la siguiente fórmula:

$$TP = \frac{(T_o + (4 \times T_{mp}) + T_p)}{6}$$

**Ecuación 1: Cálculo de Tiempo Pert (TP), a partir del Tiempo Optimista (T<sub>o</sub>), el Tiempo más probable (T<sub>mp</sub>) y el Tiempo Pesimista (T<sub>p</sub>)**

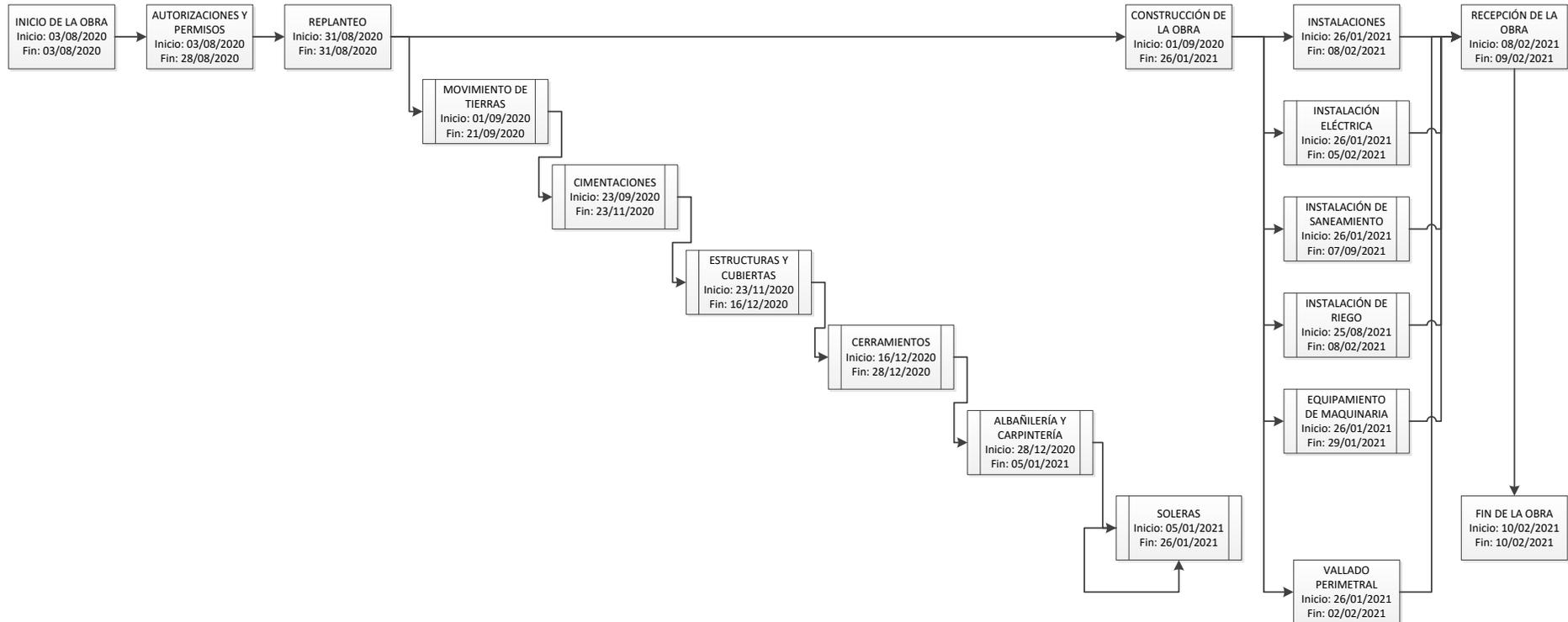


Gráfico 1: Grafo PERT

A partir de la ecuación anterior, el tiempo estimado para cada una de las actividades, queda resumido en la tabla siguiente:

**Tabla 3: Cálculo de tiempos de Grafo PERT**

ACTIVIDAD	TIEMPO (d)			
	To	Tp	Tmp	TP
1	17	23	20	20
2	1	3	2	2
3				
3.1	12	18	15	15
3.2	40	50	42	43
3.3	13	21	17	17
3.4	6	10	8	8
3.5	4	8	6	6
3.6	11	19	15	15
4.				
4.1	6	12	9	9
4.2	7	13	10	10
4.3	4	10	7	7
4.4	2	6	4	4
5	4	8	6	6
6	1	3	2	2
<b>TIEMPO TOTAL (d)</b>				<b>164</b>

## 4.2. Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es una herramienta cuyo objetivo es el de mostrar el tiempo programado, las fechas de iniciación y terminación para las diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado de una manera gráfica. Tiene dos ejes:

- Eje horizontal: Escala de tiempo definido en términos de la unidad más adecuada al proyecto a ejecutar: Hora, días, semanas, meses, etc.
- Eje vertical: Las tareas que constituyen el proyecto a ejecutar. A cada tarea se representa por una línea horizontal cuya longitud es proporcional a la duración en la escala de tiempo.

Las actividades del presente proyecto, quedan representadas en el siguiente diagrama.

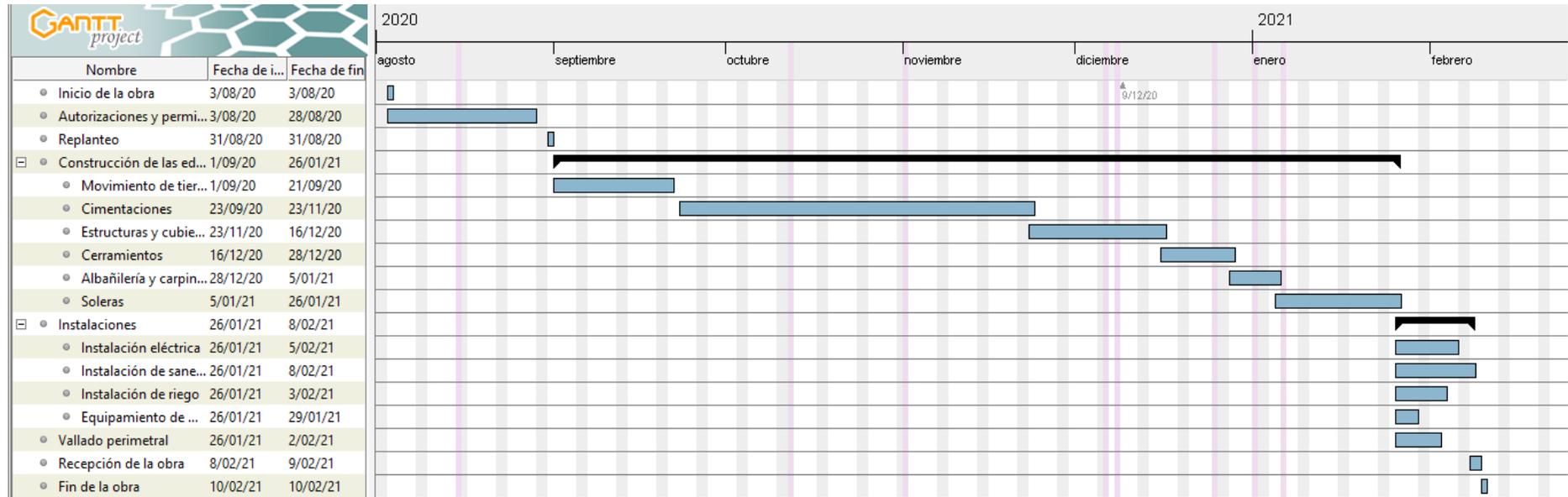


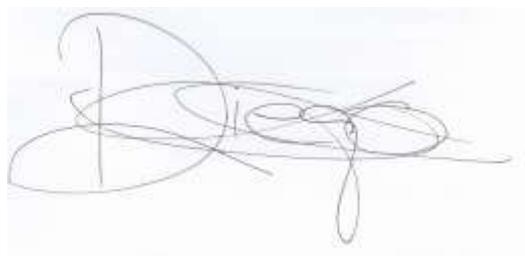
Gráfico 2: Diagrama de Gannt

## 5. CONCLUSIONES

El proyecto se iniciará el 3 de agosto de 2020, con las gestiones administrativas y el contacto con las empresas que lo llevarán a cabo. La obra se extenderá durante 164 días, finalizando el 10 de febrero del siguiente año. Se considera que los sábados y domingos son festivos y no se trabaja.

Una vez finalizada la obra y entregada a los promotores, estos podrán comenzar con la fase productiva.

Palencia, a 14 de Julio de 2020



---

Fdo: Diego Conde Cid

Alumno del Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

**MEMORIA**

**ANEXO X: ESTUDIO DE GESTIÓN DE  
RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y  
DEMOLICIÓN**



## ÍNDICE ANEJO X

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. IDENTIFICACIÓN DE LOS AGENTES</b>	<b>1</b>
2.1. Productor.....	1
2.2. Poseedor.....	2
2.3. Gestor.....	2
<b>3. CLASIFICACIÓN Y DEFINICIÓN DE RESIDUOS</b>	<b>3</b>
3.1. Clasificación de los residuos.....	3
3.2. Estimación de residuos generados.....	4
<b>4. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS</b>	<b>5</b>
<b>5. OPERACIONES DE SEPARACIÓN Y REUTILIZACIÓN</b>	<b>6</b>
5.1. Medidas de selección in situ.....	6
5.2. Medidas de reutilización de materiales.....	7
5.3. Medidas de destino final de residuos.....	8
5.4. Manejo de los residuos.....	8
<b>6. INSTALACIONES PREVISTAS</b>	<b>9</b>
<b>7. VALORIZACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE GESTIÓN</b>	<b>9</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Estimación de los residuos producidos</i>	4
<i>Tabla 2: Estimación de generación de residuos según su clasificación</i>	4
<i>Tabla 3: Cantidades limitadas para segregación in situ</i>	7
<i>Tabla 4: Estimación de costes de tratamiento de los residuos generados</i>	10

## 1. INTRODUCCIÓN

Los trabajos de construcción de una obra dan lugar a una amplia variedad de residuos, los cuales sus características y cantidad dependen de la fase de construcción y del tipo de trabajo ejecutado.

Es necesario identificar los trabajos previstos en la obra, con el fin de contemplar el tipo y el volumen de residuos se producirán, organizar los contenedores e ir adaptando esas decisiones a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

De acuerdo con la normativa vigente se redacta la propuesta de gestión de residuos para la obra objeto de proyecto, que contará con el siguiente contenido:

- Identificación de los residuos generados
- Estimación de la cantidad que se generará
- Medidas de segregación “in situ”
- Previsión de operaciones de valorización “in situ” de los residuos generados
- Destino previsto para los residuos
- Valorización de costes de tratamiento de residuos generados

## 2. IDENTIFICACIÓN DE LOS AGENTES

Identificar a los distintos agentes que intervendrán en la gestión de los RCD de la obra es el primer paso para la organización de los trabajos que se llevaran a cabo, para ello resulta fundamental conocer las obligaciones que según dispone el RD 105/2008, tiene cada uno.

### 2.1. Productor

El productor de los Residuos de Construcción y Demolición es la persona jurídica titular de la licencia urbanística correspondiente a la nueva construcción, y deberá estar inscrito en el Registro de Productores de Residuos de Castilla y León.

El productor de los residuos deberá disponer de la documentación acreditativa de que los residuos generados en la obra se están gestionando de la forma más correcta, entregándose a la instalación de valoración o eliminación correspondiente, para que se encarguen de su tratamiento, tal y como se recoge en la legislación de residuos. La documentación anual deberá ser guardada durante los próximos cinco años por el productor de RCD.

## 2.2. Poseedor

El poseedor de los Residuos de Construcción y Demolición es el contratista principal de las tareas de construcción. También pueden ser considerados como poseedores de RCD al constructor, subcontratistas o trabajadores autónomos, pero nunca a trabajadores por cuenta ajena.

El poseedor está obligado a presentar un Plan de Gestión de RCD, en el que queden reflejadas las obligaciones que tiene sobre los residuos de la obra. Este Plan, una vez aprobado, debe formar parte de los documentos contractuales de la obra.

Cuando el poseedor de RCD no gestione los residuos generados, está obligado a entregarlos a un Gestor de Residuos adecuado, obteniendo un convenio de colaboración con este.

El poseedor de los residuos tiene expresa obligación de mantener estos en unas condiciones de seguridad e higiene adecuadas hasta que dejen de estar en su poder, y debe evitar el mezclado de las fracciones seleccionadas de antemano, de modo que se pueda entorpecer la valoración o eliminación por parte del gestor.

## 2.3. Gestor

El gestor de los Residuos de Construcción y Demolición es la persona o entidad pública o privada, encargada de las operaciones de gestión de los RCD, tales como la recogida, almacenamiento, transporte y valorización o eliminación de residuos.

Las principales obligaciones del gestor de los RCD son:

- Llevar el registro de los residuos gestionados, incluyendo al menos la cantidad de estos (en toneladas y metros cúbicos), el tipo de residuos y el código de la Lista Europea de Residuos que corresponda
- Disponer de esta información cuando la Administración Pública lo precise.
- Almacenar este registro durante al menos los cinco años siguientes.
- Dar al poseedor los certificados que acrediten la gestión de los residuos recibidos, con especificación del correspondiente número de licencia de la obra.

### 3. CLASIFICACIÓN Y DEFINICIÓN DE RESIDUOS

#### 3.1. Clasificación de los residuos

Los residuos de construcción y demolición son, en general, residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

La normativa empleada para la clasificación y definición de los residuos es la Lista Europea de Residuos (LER), contemplada dentro de la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero. Esta clasifica los residuos en dos categorías:

- **RCDs de nivel I**

Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras.

Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

- **RCDs de nivel II**

Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios.

Son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas. Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. Se contemplan los residuos inertes procedentes de obras de construcción y demolición, incluidos los de obras menores de construcción y reparación domiciliaria sometidas a licencia municipal o no.

Los diferentes tipos de residuos de la lista están definidos plenamente mediante códigos de seis cifras para los residuos, y por los títulos de los capítulos de cuatro y dos cifras, respectivamente. Se considerarán los incluidos dentro de los capítulos 1 “Residuos de la prospección, extracción de minas y canteras y tratamientos físicos y químicos de minerales”, 17 “Residuos de la construcción y demolición (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas)” y 20 “Residuos municipales, incluidas las fracciones recogidas selectivamente”.

### 3.2. Estimación de residuos generados

Para la estimación de los residuos generados se emplean datos bibliográficos. Estos estiman unos valores medios de 10 cm de altura de mezcla de residuos por m<sup>2</sup> construido, con una densidad tipo del orden de 1,5 a 0,5 t/m<sup>3</sup> (1,10 t/m<sup>3</sup>). Por superficie construida se hace referencia a los edificios, no considerándose los viales.

En la tabla siguiente queda resumido lo anteriormente expuesto.

**Tabla 1: Estimación de los residuos producidos**

Superficie (m <sup>2</sup> )	Vol residuos (m <sup>3</sup> )	$\varphi$ (t/m <sup>3</sup> )	Peso residuos (t)
9.700	970	1,10	1.067

A partir de los datos de residuos totales estimados anteriormente, pueden considerarse los residuos generados de cada clase, a partir de su porcentaje.

**Tabla 2: Estimación de generación de residuos según su clasificación**

Tipo de residuo	Residuo	Peso (%)	Peso (t)	$\varphi$ (t/m <sup>3</sup> )	Vol (m <sup>3</sup> )
<b>Nivel I</b>	Tierras y pétreos de excavación	-	13.095	1,35	9.700
	<b>Naturaleza pétreo</b>				
<b>Nivel II</b>	Arenas, gravas y otros áridos	6,5	63,05	1,50	42,03
	Hormigón	18,0	174,6	1,50	116,40
	Ladrillos y elementos cerámicos	54,0	523,8	1,50	349,20
	<b>Naturaleza no pétreo</b>				
	Madera	4,0	38,8	0,60	64,67
	Metales	3,0	29,1	1,5	19,40
	Papel	0,5	4,85	0,9	5,39
	Plásticos	2,0	19,4	0,9	21,56
	Vidrio	1,0	9,7	1,5	6,47
	<b>Potencialmente peligrosos y otros</b>				
Basuras	7,0	67,9	0,9	75,44	
Potencialmente peligrosos y otros	4,0	38,8	0,5	77,60	

## 4. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS

Se establecen las siguientes pautas, las cuales deben interpretarse como una clara estrategia por parte del poseedor de los residuos, aportando la información dentro del Plan de Gestión de Residuos, que él estime conveniente en la Obra.

- Minimizar y reducir las cantidades de materias primas que se utilizan y de los residuos que se originan.

Hay que prever la cantidad de materiales que se necesitan para la ejecución de la obra. Un exceso de materiales, además de ser caro, es origen de un mayor volumen de residuos sobrantes de ejecución. También es necesario prever el acopio de los materiales fuera de zonas de tránsito de la obra, de forma que permanezcan bien embalados y protegidos hasta el momento de su utilización, con el fin de evitar residuos procedentes de la rotura de piezas.

- Contratos de suministro de materiales.

Estos deben incluir un apartado en el que se defina claramente que el suministrador de los materiales y productos de la obra se hará cargo de los embalajes en que se transportan hasta ella. Se trata de hacer responsable de la gestión a quien origina el residuo. Esta prescripción administrativa de la obra también tiene un efecto disuasorio sobre el derroche de materiales de embalaje.

- Los residuos que se originan deben ser gestionados de la manera más eficaz para su valorización.

Es necesario prever en qué forma se va a llevar a cabo la gestión de todos los residuos que se originan en la obra. Se debe determinar la forma de valorización de los residuos, si se reutilizarán, reciclarán o servirán para recuperar la energía almacenada en ellos. El objetivo es poder disponer los medios y trabajos necesarios para que los residuos resultantes estén en las mejores condiciones para su valorización.

- Fomentar la clasificación de los residuos que se producen de manera que sea más fácil su valorización y gestión en el vertedero

La recogida selectiva de los residuos es tan útil para facilitar su valorización como para mejorar su gestión en el vertedero. Así, los residuos, una vez clasificados pueden enviarse a gestores especializados en el reciclaje o con una correcta deposición de cada uno de ellos, evitándose así transportes innecesarios porque los residuos sean excesivamente heterogéneos o porque contengan materiales no admitidos por el vertedero o la central recicladora.

- Elaborar criterios y recomendaciones específicas para la mejora de la gestión.

No se puede realizar una gestión de residuos eficaz si no se conocen las mejores posibilidades para su gestión. Se trata, por tanto, de analizar las condiciones técnicas necesarias y, antes de empezar los trabajos, definir un conjunto de prácticas para una buena gestión de la obra, y que el personal deberá cumplir durante la ejecución de los trabajos.

- Planificar la obra teniendo en cuenta las expectativas de generación de residuos y de su eventual minimización o reutilización.

Se deben identificar, en cada una de las fases de la obra, las cantidades y características de los residuos que se originarán en el proceso de ejecución, con el fin de hacer una previsión de los métodos adecuados para su minimización o reutilización y de las mejores alternativas para su deposición.

- Formación del personal.

El personal debe recibir la formación necesaria para ser capaz de rellenar partes de transferencia de residuos al transportista (apreciar cantidades y características de los residuos), verificar la calificación de los transportistas y supervisar que los residuos no se manipulan de modo que se mezclen con otros que deberían ser depositados en vertederos especiales.

## **5. OPERACIONES DE SEPARACIÓN Y REUTILIZACIÓN**

### **5.1. Medidas de selección in situ**

En base al artículo 5.5 del RD 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse para facilitar su valorización posterior, en las siguientes fracciones cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

**Tabla 3: Cantidades limitadas para segregación in situ**

<b>Material</b>	<b>Cantidad (t)</b>	<b>Separación</b>
<b>Hormigón</b>	80	SI
<b>Ladrillos, tejas, cerámicos</b>	40	SI
<b>Metal</b>	2	SI
<b>Madera</b>	1	SI
<b>Vidrio</b>	1	SI
<b>Plástico</b>	0,5	SI
<b>Papel y cartón</b>	0,5	SI

Las medidas a emplear serán las siguientes:

- Eliminación previa de elementos desmontables y/o peligrosos
- Derribo separativo/segregación en obra nueva (ej.: pétreos, madera, metales, plásticos + cartón + envases, orgánicos, peligrosos, etc.). Solo en caso de superar las fracciones establecidas en el artículo 5.5 del RD 105/2008.
- Derribo integral o recogida de escombros en obra nueva “todo mezclado”, y posterior tratamiento en planta.

## **5.2. Medidas de reutilización de materiales**

Se reutilizarán las tierras procedentes de la excavación de la propia obra. Estas se deberán almacenar adecuadamente, evitando su degradación o contaminación con otros materiales. Se prestará especial atención a la conservación de la capa más exterior, que es la de mayor calidad, que se empleará como sellante.

El resto de materiales y residuos generados serán transportados a vertedero autorizado.

### 5.3. Medidas de destino final de residuos

Las empresas de gestión y tratamiento de residuos estarán en todo caso autorizados por la administración autonómica para la gestión de residuos no peligrosos, indicándose por parte del poseedor de los residuos el destino previsto para estos residuos.

### 5.4. Manejo de los residuos

Hasta el momento en el que se valoren, se reutilicen o sean retirados por el gestor autorizado correspondiente, los residuos deben manejarse de forma adecuada. El modo de actuar deberá ser el que se especifica a continuación u otro igualmente eficaz siempre que lo apruebe la dirección facultativa.

- De la tierra procedente de la excavación, una parte se amontonará en acopios temporales, ubicados en zonas donde no interfieran en el normal desarrollo de las obras, por si hiciese falta volver a usarla y otra será trasladada inmediatamente al vertedero autorizado.
- En cuanto a los residuos no pétreos, el más voluminoso que serán los metales, los cuales se amontonará en una zona que no interfiera en el transcurso de la actividad y se rodeará mediante un vallado temporal de obra, de forma que se minimice el impacto ambiental. El resto de elementos de naturaleza no pétreo se recogerán en contenedores, en función de lo que especifique el gestor autorizado correspondiente. La colocación y mantenimiento de los contenedores deberá ser la apropiada para que no infiera en el desarrollo de las obras ni en la salud de los trabajadores.
- Los residuos pétreos también se recogerán en contenedores, en función de lo que especifique el gestor autorizado correspondiente. La colocación y mantenimiento deberá ser la apropiada para que no interfiere en el transcurso de las obras ni en la salud de los trabajadores.
- Los residuos potencialmente peligrosos se recogerán en contenedores adecuados y colocados en sitios estratégicos de forma que no estorben mientras se desarrollan las obras, no afecten a la salud de los trabajadores ni al medio ambiente. Ciertos residuos peligrosos como el aceite de motor y los filtros serán directamente gestionados por los talleres mecánicos en los que se realicen las operaciones de mantenimiento de los vehículos.

## **6. INSTALACIONES PREVISTAS**

Se mostrará especial atención al almacenaje de los residuos inmediatamente a su producción, evitando su mezcla y contaminación con otros materiales, lo que puede dificultar su separación y reciclaje. Por ello se dispondrá del número suficiente de contenedores para la separación de los residuos generados.

Se acondicionará una zona para la instalación de los contenedores, donde se puedan almacenar adecuadamente los residuos. Deberá disponer de un espacio amplio, que permita el acceso fácil y las maniobras para las máquinas y vehículos, evitando el movimiento innecesario de los residuos.

Por otro lado, se asegurará el adecuado almacenaje de los materiales en las zonas indicadas para ello, evitando los transportes innecesarios de los mismos. Además, se procurará sacar todos ellos de la obra en el momento que no sean ya necesarios.

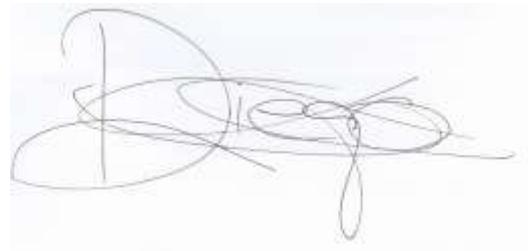
## **7. VALORIZACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE GESTIÓN**

Para la estimación de los costes de gestión del tratamiento de los residuos generados en la obra, se han empleado los datos obtenidos en la Tabla 2, del apartado 3 y los valores indicados de gestión de cada tipo de residuo.

**Tabla 4: Estimación de costes de tratamiento de los residuos generados**

Tipo de residuo	Residuo	Coste de gestión (€/m <sup>3</sup> )	Vol (m <sup>3</sup> )	Importe (€)
<b>Nivel I</b>	Tierras y pétreos de excavación	4,00	9.700	38.800,00
<b>Nivel II</b>	<b>Naturaleza pétreo</b>			
	Arenas, gravas y otros áridos	10,00	42,03	420,30
	Hormigón	10,00	116,40	1.164,00
	Ladrillos y elementos cerámicos	10,00	349,20	3.492,00
	<b>Naturaleza no pétreo</b>			
	Madera	10,00	64,67	646,70
	Metales	10,00	19,40	194,00
	Papel	10,00	5,39	53,90
	Plásticos	10,00	21,56	215,60
	Vidrio	10,00	6,47	647,00
	<b>Potencialmente peligrosos y otros</b>			
	Basuras	10,00	75,44	754,40
	Potencialmente peligrosos y otros	10,00	77,60	776,00
<b>TOTAL</b>				47.163,90

Palencia, a 14 de Julio de 2020



---

Fdo: Diego Conde Cid

Alumno del Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

**MEMORIA**

**ANEXO XI: ESTUDIO DE  
SEGURIDAD Y SALUD**



## ÍNDICE ANEJO XI

<b>1. MEMORIA</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Riesgos laborales evitables completamente .....	8
1.3. Riesgos laborales no eliminables completamente.....	8
1.4. Normas de seguridad aplicables a la obra .....	29
1.5. Equipamientos.....	34
1.6. Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra .....	36
1.7. Conclusiones.....	37
<b>2. PLIEGO DE CONDICIONES</b>	<b>37</b>
2.1. Condiciones generales .....	37
2.2. Legalidad y medios de protección para la seguridad y la salud .....	37
<b>3. PLANOS</b>	<b>46</b>
<b>4. MEDICIONES</b>	<b>47</b>
<b>5. PRESUPUESTOS</b>	<b>49</b>
5.1. Cuadro de Precios N°1 .....	49
5.2. Cuadro de Precios N°2.....	51
5.3. Presupuestos parciales .....	55
5.4. Resumen general del presupuesto.....	55

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Requisitos para elaboración de Estudio de Seguridad y Salud en obra</i>	1
<i>Tabla 2: Datos del proyecto</i> _____	3
<i>Tabla 3: Características de la obra</i> _____	4
<i>Tabla 4: Descripción de las obras y sus fases</i> _____	5
<i>Tabla 5: Riesgos laborales evitables completamente</i> _____	8

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Imagen 1: Señalización a la entrada de obra</i> _____	35
--	----

# 1. MEMORIA

## 1.1. Antecedentes

### 1.1.1. Introducción

El Estudio de Seguridad y Salud es un documento que forma parte del proyecto y que establece una previsión de los procedimientos, equipos y medios auxiliares a emplear en la obra, exponiendo los riesgos laborales previstos y las medidas a adoptar para evitarlos y/o reducirlos, así como los servicios sanitarios a disponer en la obra, todo ello según lo establecido en el artículo 4 del Real Decreto 1627/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:

- ✓ Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759,08 €.
- ✓ Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- ✓ Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- ✓ Que se trate de obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas

En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud.

**Tabla 1: Requisitos para elaboración de Estudio de Seguridad y Salud en obra**

REQUISITO	CUMPLE (SI/NO)
Presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto igual o superior a 450.759,08 €	SI
Duración estimada superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente	SI
Volumen de mano de obra estimada superior a 500	SI
Obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas	NO

El presente proyecto no cumple con los requisitos anteriormente descritos, por lo que será necesario llevar a cabo un Estudio de Seguridad y Salud.

### **1.1.2. Objeto del Estudio de Seguridad y Salud**

De acuerdo con el artículo 5 del Real Decreto 1627/1997 el estudio contendrá como mínimo los siguientes documentos:

- A.** Memoria descriptiva de procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que hayan de utilizarse o cuya utilización pueda preverse, identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando a tal efecto las medidas técnicas necesarias para ello. Se incluirá la descripción de servicios sanitarios y comunes de que deberá estar dotado el centro de trabajo de la obra.
- B.** Pliego de condiciones particulares en el que se tendrán en cuenta las normas legales y reglamentarias aplicables a las especificaciones técnicas propias de la obra de que se trate así como las prescripciones que se habrán de cumplir en relación con las características de la utilización y la conservación de las máquinas útiles, herramientas, sistemas y equipos preventivos.
- C.** Planos en que se desarrollaran los gráficos y esquemas necesarios para la mejor definición y comprensión de las medidas preventivas definidas
- D.** Mediciones de todas aquellas unidades o elementos de seguridad y salud en el trabajo que hayan sido definidos o proyectados
- E.** Presupuesto que cuantifique el conjunto de gastos previstos para la aplicación y ejecución del estudio de seguridad y salud.

Siguiendo las especificaciones del artículo 7, el objetivo del estudio de seguridad y salud es servir de base para que el contratista elabore el correspondiente plan de seguridad y salud en el trabajo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este documento.

De acuerdo con el artículo 3 del anteriormente mencionado Real Decreto, si en la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el promotor debe designar un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Las características del proyecto para el que se desarrolla el presente Estudio de Seguridad y Salud, se resumen en la siguiente tabla:

**Tabla 2: Datos del proyecto**

<b>Nombre del proyecto</b>	Proyecto de planta de compostaje para granja de conejos en Valverde de Campos (Valladolid)
<b>Promotor</b>	Granja Potosí S.L
<b>Ubicación</b>	Parcela 57 del Polígono 3 de Valverde de Campos (Valladolid)
<b>Presupuesto de Ejecución Material</b>	1.322.720,26 €
<b>Plazo de ejecución previsto</b>	164 días
<b>Número máximo de operarios</b>	10

Siguiendo el programa de trabajo establecido, se estima una duración de las obras de 164 días.

En base a los estudios de planeamiento de la ejecución de la obra, se estima que el número máximo de trabajadores trabajando simultáneamente en la obra alcanzará la cifra de 10 trabajadores.

### **1.1.3. Aplicación del Estudio de Seguridad y Salud**

Para la aprobación del presente proyecto corresponde elaborar un Estudio de Seguridad y Salud, que será redactado por el autor del mismo.

A partir del citado estudio, el adjudicatario de las obras deberá elaborar un Plan de Seguridad y Salud, en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el Estudio Básico de Seguridad y Salud en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado antes del inicio de la obra, previo informe de la Dirección Facultativa y se acompañará con un libro de incidencias que será facilitado por el Colegio de Ingenieros Agrónomos o bien por la Oficina de Supervisión de Proyectos.

#### 1.1.4. Descripción del emplazamiento y de la obra

Las obras se llevarán a cabo en la parcela 57 del polígono 3 de Valverde de Campos, con 65.920 m<sup>2</sup> y sin ninguna construcción presente en la misma, anexa a la propia explotación cunicola (polígono 3 parcela 110), con una superficie de 20.024 m<sup>2</sup>, 5.185 m<sup>2</sup> de los cuales están ocupados por las naves ganaderas. Las características de la zona serán:

**Tabla 3: Características de la obra**

<b>Accesos a la parcela</b>	<b>Entrada de tierra compactada por camino, desde N-601</b>
<b>Topografía del terreno</b>	Llana en su mayoría, excepto el lateral occidental, con cierta inclinación
<b>Edificaciones colindantes</b>	Granja cunícola. No interfiere
<b>Suministro de energía eléctrica</b>	Toma desde la cuadro general de la granja
<b>Suministro de agua</b>	Abastecimiento desde la granja
<b>Sistema de saneamiento</b>	Inexistente
<b>Servidumbres y condicionantes</b>	Línea de alta tensión

Las actuaciones planteadas en el presente proyecto tienen como objetivo la instalación de una planta de compostaje para una explotación cunícola, que se encuentra en la parcela anexa.

Constará de 2 naves cerradas, dos naves gemelas abiertas y 8 invernaderos, una era hormigonada y 2 balsas para la recogida de aguas pluviales y lixiviados, además de los viales necesarios y un cerramiento metálico a toda la parcela.

No existen características orográficas o de otra índole que pueden impedir el acceso a las obras por parte de la maquinaria y el transporte de material a la misma. Existen dos caminos de entrada, aunque el acceso principal se realizará desde la carretera N-601.

Además, la existencia previa de la granja de conejos Potosí, garantiza un acceso a vehículos de gran tonelaje, tanto para la descarga de alimento como para la carga de animales.

En cuanto a la topografía del terreno, la zona afectada por las obras se encuentra en un páramo, próximo al borde del mismo con el valle. Esta es

prácticamente llana, alrededor de 1%, excepto en su lateral oeste, donde hay una mayor inclinación. Esta característica se aprovechará para la ubicación de las balsas de recogida de líquidos, reduciendo de este modo las necesidades de movimientos de tierras.

Todos los servicios que necesitará la planta de compostaje se tomarán desde la granja de conejos, que ya dispone de ellos.

En cuanto a las características generales de la obra a las que se refiere el presente Estudio de Seguridad y Salud, se describen brevemente las fases de que consta:

**Tabla 4: Descripción de las obras y sus fases**

<b>Movimiento de tierras</b>	Eliminación de barreras arquitectónicas Nivelación de la parcela Construcción de balsas Zanjas de saneamiento y tendido eléctrico Cimentaciones
<b>Hormigonado</b>	Soleras
<b>Cimentación</b>	Zapatas y soleras
<b>Impermeabilización</b>	De las balsas de lixiviados y de pluviales
<b>Estructura</b>	Pórticos metálicos
<b>Cerramiento</b>	Cerramientos con bloque de hormigón y chapa metálica
<b>Cubiertas</b>	Chapa simple
<b>Montaje de tuberías</b>	De los sistemas de drenaje y riego
<b>Montajes eléctricos</b>	En cada uno de los edificios
<b>Carpintería y cerrajería</b>	Puertas y vallas

### **1.1.5. Maquinaria de la obra**

La maquinaria que se prevé emplear para el desarrollo y ejecución de la obra se indica a continuación:

- Retroexcavadora
- Camión grúa
- Camión de transporte
- Vibrador
- Pequeña maquinaria auxiliar de obra
- Herramientas

### **1.1.6. Descripción de servicios sanitarios**

Siguiendo las especificaciones del Real Decreto 486/1997, la obra deberá disponer de, al menos, los siguientes servicios sanitarios que se exponen a continuación.

#### **A. Botiquín y primeros auxilios**

Se instalará un botiquín de primeros auxilios con el contenido mínimo indicado por el *Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo*, además de un extintor de polvo seco polivalente (6 kg.), que se instalarán en las zonas comunes del edificio debidamente señalizadas.

Se considera que contendrá, al menos, los siguientes materiales:

- Desinfectante y antiséptico
- Gasas estériles
- Algodón hidrófilo
- Venda
- Esparadrapo
- Apósitos adhesivos
- Tijeras

- Pinzas
- Guantes desechables

## **B. Asistencia médica**

El personal deberá estar informado del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.) donde se deberá trasladar a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento, en caso de accidente.

Se dispondrá en la obra en sitio visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia.

En caso de accidente se deberá aplicar el correspondiente plan de primeros auxilios, aplicándose para ello lo establecido en la Instrucción Específica de Seguridad 04.01- 02 "Primeros auxilios", actuando para los servicios asistenciales de la siguiente forma:

- La asistencia elemental para las pequeñas lesiones sufridas por el personal de la obra, se atenderán en el botiquín instalado a pie de obra y facilitado por la Mutua Patronal de Accidentes de Trabajo a la que está adscrita la obra.
- El botiquín estará compuesto, al menos, por los elementos mencionados en el punto anterior.

Para la intervención facultativa de siniestros con lesiones personales se recurrirá a los siguientes centros médicos:

- Gerencia de Atención Primaria Valladolid Oeste. Plaza Mayor, s/n. Medina de Rioseco (5,6 km)
- Centro de Salud. Calle Nicolás Valverde, s/n. Morales de Campos (17,9 km)
- Centro de Salud. Carretera de Rioseco Villalpando, s/n. Villafrechos (20,7 km)
- Valladolid Rural II. Calle Don Eusebio González Suárez s/n. Zaratán (31,6 km)
- Hospital Universitario Río Hortega. Calle Dulzaina, 2. Valladolid (47,4 km)

Con independencia de la prestación de asistencia en el centro arriba indicado y en función de la proximidad de otros centros no concentrados en el momento de

producirse un accidente, se tendrá disposición absoluta para acudir a cualquier otro centro que garantice una atención rápida y correcta al posible accidentado.

### C. Reconocimiento médico

Todo el personal debe pasar un reconocimiento médico de aptitud y prevención de enfermedades laborales y provisionales durante el período de ejecución de la obra.

## 1.2. Riesgos laborales evitables completamente

La tabla siguiente contiene la relación de los riesgos laborales que pudiendo presentarse en la obra, van a ser totalmente evitados mediante la adopción de las medidas técnicas que también se incluyen:

**Tabla 5: Riesgos laborales evitables completamente**

RIESGOS EVITABLES	MEDIDAS TÉCNICAS ADOPTADAS
Derivados de la rotura de instalaciones existentes	Neutralización de las instalaciones existentes
Presencia de líneas eléctricas de alta tensión aéreas o subterráneas	Corte del fluido, puesta a tierra y cortocircuito de cables

## 1.3. Riesgos laborales no eliminables completamente

En este apartado se identificarán aquellos riesgos laborales que no pueden eliminarse completamente, para lo que se aplicarán una serie de medidas preventivas y protecciones técnicas que se adoptarán para la reducción de su riesgo.

### 1.3.1. Vallado perimetral de la obra

Los trabajos se desarrollarán dentro de unas instalaciones privadas, del propio promotor, con control de accesos en las entradas, en los lugares que sea necesario por razones de acopio o por protección de los trabajadores de la propia planta. Se realizará un vallado perimetral de toda la obra, impidiendo el acceso a cualquier persona ajena a las obras.

#### a) Riesgos más comunes

- Caídas a distinto nivel
- Caídas al mismo nivel
- Caída de objetos en manipulación

- Caídas de cargas transportadas por el camión grúa
- Pisada sobre materiales, herramientas o deshechos
- Golpes, cortes, punzamientos, con herramientas o materiales
- Proyección de fragmentos o partículas
- Riesgos por la generación de polvo
- Contactos eléctricos directos e indirectos
- Sobreesfuerzo por manipulación manual de cargas o posturas inadecuadas
- Exposición a ruido

#### **b) Normas o medidas preventivas tipo**

- Mantener la zona de trabajo en perfecto estado de orden y limpieza, programando y realizando estas labores antes y después del trabajo
- Utilización de guantes y botas de seguridad. No se realizarán trabajos en la misma vertical, en la que se encuentren otros trabajadores
- Se utilizará casco de seguridad en toda la obra
- Las cargas se elevarán y colocarán suavemente sin realizar movimientos bruscos
- El material se descargará en bloques perfectamente flejados o atados pendientes mediante eslingas del gancho de la grúa
- La utilización del camión grúa, se realizará por personal especializado, situándose en todo momento en lugar visible para realizar los trabajos de ascenso y descenso de cargas
- En el caso de observarse alguna anomalía en el funcionamiento de alguna máquina se desconectará de la corriente y se comunicará al encargado
- De ser posible, evitar movimientos repetitivos o continuados.
- Usar herramientas livianas, bien equilibradas, fáciles de sostener
- Toda la maquinaria y herramientas eléctricas manuales utilizadas poseerán marcado CE, y cumplirá todos los requisitos exigidos en la legislación sobre maquinaria. Las máquinas que no posean marcado CE habrán sido puestas en conformidad con el RD 1215/97

- No se trabajará en la cercanía de instalación eléctrica que no esté correctamente protegida.
- La maquinaria eléctrica manual utilizada dispondrá de doble aislamiento
- Los trabajadores tendrán formación en manipulación manual de cargas
- No se manipularán de forma habitual cargas superiores a 25 kg por un solo trabajador, si es necesario solicitará ayuda a otro compañero
- No se permitirá el cúmulo de materiales sobrantes en cada tajo; al finalizar la jornada cada trabajador limpiará su tajo y al que corresponda las zonas de paso.
- Los desechos se verterán en la zona para tal fin instalada

### **c) Equipos de protección individual (EPIs) recomendables**

- Casco de seguridad
- Guantes de cuero
- Mascarilla antipolvo clase FF-P1S
- Gafas antiimpacto y antipolvo (gafas de policarbonato con ventilación indirecta)
- Peto fluorescente de alta visibilidad
- Botas de seguridad con puntera y plantilla de acero
- Ropa de trabajo
- Protectores auditivos
- Cinturón porta-herramientas
- Faja de protección lumbar

## **1.3.2. Movimientos de tierras**

### **a) Riesgos más comunes**

- Deslizamiento de tierras y/o rocas.
- Desprendimiento de tierras y/o rocas por el manejo de la maquinaria.

- Desprendimientos de tierras y/o rocas por sobrecarga de los bordes de la excavación.
- Desprendimientos por no emplear el talud adecuado.
- Desprendimientos por variación de la humedad y/o temperatura del terreno.
- Desprendimientos de tierras y/o rocas por filtraciones acuosas.
- Desprendimientos por vibraciones cercanas (vehículos, martillos, etc.)
- Desprendimientos por fallos en las entibaciones.
- Desprendimientos por excavaciones bajo el nivel freático
- Atropellos, colisiones, vuelcas y falsas maniobras de la maquinaria empleada en el movimiento de tierras.
- Caídas de personas y/o de cosas a distinto nivel, desde el borde de la excavación.
- Riesgos derivados de las condiciones climatológicas.
- Caídas del personal al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Interferencias con conducciones enterradas existentes en el subsuelo.
- Riesgos a terceros por presencia incontrolada de personal ajeno a obras en ejecución
- Pisadas sobre objetos.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzos, posturas inadecuadas o movimientos repetitivos
- Exposición a agentes químicos (polvo)
- Exposición a agentes físicos (ruido y vibraciones)

#### **b) Normas o medidas preventivas tipo**

- Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará la obra con el fin de detectar posibles grietas, movimientos del terreno, estado de las medianerías etc., con el fin de prever posibles movimientos indeseables. Cualquier anomalía se comunicará al capataz o el

delegado de prevención a la dirección de las obras, tras proceder a desalojar las zonas expuestas al riesgo.

- El frente de excavación realizado mecánicamente, no sobrepasará en más de un metro la altura máxima del ataque del brazo de la máquina
- Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno.
- Se eliminarán los bolos y viseras de los frentes de excavación ofrezcan riesgo de desprendimiento
- En caso de presencia de agua en la obra (alto nivel freático, fuertes lluvias, inundaciones por causas naturales, etc.), se procederá de inmediato a su achique, en prevención de alteraciones del terreno que repercutan en la estabilidad de los taludes, cimentaciones colindantes etc.
- Se señalará mediante una línea (en yeso, cal etc.) la distancia de seguridad mínima de aproximación, 2 m al borde del vaciado.
- La coronación de taludes del vaciado a las que deben acceder las personas, se protegerán mediante una barandilla de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié, situada a 2 m. como mínimo del borde de coronación de talud.
- Se han de utilizar testigos que indiquen cualquier movimiento del terreno que suponga el riesgo de desprendimientos.
- Se prohibirá la entrada del personal ajeno a los trabajos que se realicen, así como su proximidad a las máquinas en movimiento.
- Se prohíbe permanecer o trabajar al pie de un frente de excavación recientemente abierto, antes de haber procedido a su saneo y estabilidad propia.
- Las maniobras de carga a cuchara de camiones, serán dirigidas por el capataz, encargado o el vigilante de seguridad.
- La circulación de vehículos se realizará como mínimo a 4 m del borde de la excavación.
- Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.
- Las zanjas de cimentación, estarán debidamente señalizadas, para evitar caídas del personal al interior.
- Cuando la profundidad de la zanja sea igual o superior a 1,50 m, se entibará el perímetro en prevención de derrumbamientos.

- Correcto mantenimiento de las cabinas de los vehículos de excavación para evitar la entrada de polvo en las cabinas
- La circulación de vehículos no se realizará a menos de 3 metros para los vehículos ligeros y 4 para los pesados.

### **c) Equipos de protección individual (EPIs) recomendables**

- Casco de seguridad
- Guantes de cuero
- Mascarilla antipolvo clase FF-P1S
- Gafas antiimpacto y antipolvo (gafas de policarbonato con ventilación indirecta)
- Peto fluorescente de alta visibilidad
- Botas de seguridad con puntera y plantilla de acero
- Ropa de trabajo
- Protectores auditivos
- Cinturón de seguridad quien emplee maquinaria

## **1.3.3. Cimentación**

### **a) Riesgos más frecuentes**

- Inundaciones
- Filtraciones de agua
- Choques y golpes provocados por la maquinaria

### **b) Normas o medidas preventivas tipo**

- 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

### **c) 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

### **1.3.4. Montaje de canalizaciones**

#### **a) Riesgos más comunes**

- Cortes y heridas en manos y pies por manejo de las tuberías.
- Aplastamientos durante las operaciones de carga y descarga de tubos.
- Aplastamientos durante las operaciones de montaje en zanja de los tubos.
- Tropiezos y torceduras al caminar por las zanjas entre o sobre los tubos.
- Los derivados de las eventuales roturas de tubos durante el montaje.
- Sobreesfuerzos.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Golpes por caída o giro descontrolado de la carga suspendida

#### **b) Normas o medidas preventivas tipo**

- Se habilitará en obra un espacio dedicado al acopio clasificado de los tubos, próximo al lugar de montaje
- Los tubos se almacenarán horizontales, evitándose apilar alturas superiores a tres elementos
- El transporte aéreo de tubos mediante grúa se ejecutará suspendiendo la carga de dos puntos separados mediante eslingas

- Los desperdicios de tubos se recogerán en lugar adecuado, sin interferir en el tránsito por la obra, para su posterior carga y transporte al vertedero
- Los elementos a montar se transportarán al punto de ubicación, suspendidos del gancho de la grúa mediante eslingas (o balancín) de dos puntos distantes para evitar desplazamientos no deseados
- Queda prohibido el transporte aéreo de tubos en posición vertical. Se transportarán suspendidos de dos puntos mediante eslingas hasta llegar próximos al lugar de ubicación, depositándose en el suelo. Sólo se permitirá el transporte vertical para la ubicación «in situ».

### **c) Equipos de protección individual (EPIs) recomendables**

- Casco de seguridad
- Guantes de cuero
- Botas de seguridad
- Botas de goma o de PVC
- Ropa de trabajo
- Cinturón porta-herramientas
- Faja de protección lumbar
- Trajes para tiempo lluvioso

### **1.3.5. Montaje de elementos auxiliares y sistemas de proceso**

Dentro de este apartado se incluyen los trabajos necesarios para la recepción, colocación en obra y posterior montaje de los elementos, maquinaria y sistemas de proceso previstos en las instalaciones.

#### **a) Riesgos más comunes**

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Cortes y golpes por el uso de herramientas manuales (llanas, maletines, etc.).
- Atrapamientos entre piezas y elementos pesados.

- Atrapamientos de miembros entre engranajes o poleas.
- Contactos eléctricos directos o indirectos.
- Sobreesfuerzos.
- Los inherentes a la utilización de la soldadura eléctrica, oxiacetilénica y oxicorte.
- Pisadas sobre materiales.
- Quemaduras.

#### **b) Normas o medidas preventivas tipo**

- El personal encargado del montaje será especialista en la instalación de la maquinaria específica.
- Las plataformas de trabajo móvil (andamios), estarán rodeadas perimetralmente por barandillas de 90 cm. de altura, formadas de barra pasamano, barra intermedia y rodapié, dotada de sistema de acuñado en caso de descenso brusco.
- Las plataformas de trabajo se mantendrán siempre libres de recortes y de material sobrante, que se irá apilando para que sea eliminado por la cuadrilla de limpieza de obra.
- Se prohíbe arrojar tornillería y fragmentos desde las plataformas superiores, para evitar el riesgo de golpes a otros trabajadores.
- Se prohíbe expresamente el acopio de sustancias combustibles bajo un tajo de soldadura.
- El acopio de piezas, maquinaria, etc., se ubicará en lugar predeterminado para ello, para evitar el riesgo por interferencia en los lugares de paso.
- Los elementos componentes de la maquinaria a instalar, se descargarán flejados (o atados) pendientes del gancho de la grúa. Las cargas se gobernarán mediante cabos sujetos por dos operarios, dirigidos por un capataz, se prohíbe guiarlas directamente con las manos, para evitar los riesgos de accidentes por atrapamiento, por derrame de la carga o caída por empujón de la misma.
- Los elementos de gran longitud se descargarán mediante gancho de grúa pendientes de balancines indeformables, para evitar los accidentes por deslizamiento de la carga.

- Se tenderán cables de amarre pendientes de puntos fuertes de seguridad, distribuidos adecuadamente, de los que amarrar el fiador del cinturón de seguridad durante las operaciones a ejecutar sobre la plataforma móvil de instalación.
- Las herramientas a utilizar estarán en perfecto estado, sustituyéndose inmediatamente aquellas que se hayan deteriorado durante los trabajos por otras en buenas condiciones, para evitar los riesgos por fallo de la herramienta.
- Se prohíbe durante el desarrollo de toda la obra arrojar escombros en los huecos existentes en las plataformas, para evitar los accidentes por golpes.
- La iluminación de las plataformas se instalará en todo su desarrollo. El nivel de iluminación en el tajo será de 200 lux.
- La iluminación eléctrica mediante portátiles, se efectuará utilizando «portalámparas estancos de seguridad con mango aislante» dotados con rejilla protectora de la bombilla, alimentados a 24 voltios.
- En la puerta o sobre el hueco que dé acceso a la plataforma de trabajo, se instalará un letrero de prevención de riesgos, con la siguiente leyenda: «PELIGRO, SE PROHÍBE LA ENTRADA A TODA PERSONA AJENA A LA INSTALACIÓN».

### **c) Equipos de protección individual (EPIs) recomendables**

- Casco de seguridad
- Guantes de cuero
- Botas de seguridad
- Botas de goma o de PVC (montajes y pruebas bajo tensión)
- Ropa de trabajo
- Cinturón de seguridad

### **1.3.6. Albañilería**

#### **a) Riesgos más comunes**

- Golpes y cortes por herramientas manuales, máquinas y objetos en manipulación.
- Golpes contra objetos inmóviles.

- Golpes contra objetos móviles.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamientos por y entre objetos.
- Pisadas sobre objetos.
- Electrocutación.
- Inhalación de ambientes con polvo.
- Sobre-esfuerzos.
- Estrés térmico.

#### **b) Normas o medidas preventivas tipo**

- Utilizar la herramienta adecuada para trabajo
- Las herramientas a utilizar estarán en perfecto estado, sustituyéndose inmediatamente aquellas que se hayan deteriorado durante los trabajos por otras en buenas condiciones, para evitar los riesgos por fallo de la herramienta.
- Mantener orden y limpieza en el lugar de trabajo. Retirar los objetos innecesarios para cada trabajo. Marcar y señalizar los objetos que no puedan ser retirados. El puesto de trabajo dispondrá de espacio suficiente, libre de obstáculos, para realizar el trabajo con holgura y seguridad.
- Se prohíbe durante el desarrollo de toda la obra arrojar escombros en los huecos existentes en las plataformas.
- En el transporte de material, evitar la obstaculización de la visibilidad del recorrido con la carga.
- Colocación de redes perimetrales en cubierta y andamios que permitan recoger objetos.
- Manejar correctamente la carga, planificando adecuadamente el levantamiento de esta, ayudándonos de herramientas de transporte o levantamiento auxiliares para evitar sobreesfuerzos.

- No pasar por debajo de andamios.
- Se tenderán cables de amarre sujetos a puntos fuertes de seguridad, distribuidos adecuadamente, de los que amarrar el fiador del cinturón de seguridad durante las operaciones a ejecutar sobre la plataforma móvil de instalación.
- Mantener una buena iluminación y señalización.
- Respetar los procedimientos de trabajo establecidos.
- Emplear equipos con conexión a tierra para evitar electrocuciones.
- En las épocas más calurosas, programar los trabajos de manera que se reduzca la exposición al sol.

### **c) Equipos de protección individual (EPIs) recomendables**

- Casco de seguridad
- Guantes de cuero
- Botas de seguridad
- Ropa de trabajo
- Cinturón porta-herramientas
- Cinturón de seguridad para trabajos en altura
- Faja de protección lumbar

## **1.3.7. Maquinaria a utilizar en los trabajos**

### **1.3.7.1. Maquinaria para movimiento de tierras**

Maquinaria empleada para los trabajos de vaciado, excavaciones, rellenos y los correspondientes transportes de las tierras retiradas. Nos referimos concretamente a la siguiente máquina, habitualmente la más empleada:

#### **a) Riesgos más comunes**

- Atrapamiento: este riesgo afecta principalmente al conductor de la máquina en operaciones de mantenimiento o en accidentes por vuelco de la máquina.
- Quemaduras: este riesgo deriva fundamentalmente de operaciones mantenimiento.

- Atropello de personas: hay riesgo de atropellar en el recinto de la obra a otros trabajadores por circular por zonas indebidas, circular con velocidad inadecuada, por realizar maniobras sin la suficiente señalización acústica, por deficiente visibilidad del conductor, por indebida estancia de los trabajadores en la zona de intervención de la máquina.
- Contacto eléctrico y posible electrocución o, en su caso, incendio: fundamentalmente planteado en la fricción o roce de los elementos de la máquina con las líneas eléctricas cercanas no controladas.
- Estrés y fatiga del operador: se dan estos supuestos cuando no respetan los períodos de descanso previstos, lo que implica acentuar los riesgos reseñados para la conducción.
- Choques con otros vehículos: en estos accidentes influyen en gran medida la conducción a velocidad inadecuada, no cumplir las señales establecidas, excesiva densidad de vehículos en la zona de operación de las máquinas, maniobras inadecuadas, etc.
- Proyección y caída de materiales: derivados de las operaciones de carga y descarga.
- Ruido: afecta no sólo al operador o conductor, sino también a aquellos trabajadores situados en la cercanía.
- Vibraciones: debido al movimiento de la máquina en las operaciones de carga o descarga o en la utilización de martillos perforadores.
- Vuelco de la máquina: por mal estado del terreno en inclinación u operaciones peligrosas.

## **b) Normas o medidas preventivas tipo**

### Sobre el terreno

- Los accesos y caminos de la obra se conservarán en adecuado estado para la circulación, evitando la formación de blandones y embarramientos excesivos.
- La maquinaria deberá estacionarse siempre en los lugares establecidos.
- Han de instalarse señales, balizamientos, etc., para advertencia de los vehículos que circulan. Asimismo, se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes de taludes o terraplenes, a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras.

- No se deberá estacionar ni circular a distancias menores de 2 m de cortes de terreno, bordes de excavación, laderas, barrancos, etc. para evitar el vuelco.
- Siempre que se vaya a transitar por zona de taludes, éstos quedarán debidamente señalizados a una distancia no inferior a los 2 m del borde.
- En circunstancias de terreno seco y con varias máquinas trabajando en el vaciado, deberán efectuarse los correspondientes riegos para evitar la emisión de polvo que dificulta la visibilidad de los trabajos y afecta a los operadores.
- Se procurará que las operaciones con las máquinas no afecten a líneas eléctricas aéreas o subterráneas, conducciones, etc.
- La altura del frente de excavación se adecuará a las características de la máquina.
- Para la circulación por obra se definirán y señalizarán los recorridos para evitar las colisiones con medios auxiliares, acopios, vehículos, etc.
- Se prohíbe la realización de replanteos o de mediciones en las zonas donde están operando las máquinas para el movimiento de tierras.

#### Sobre los operarios

- El operario que maneje la máquina debe estar cualificado, con buena capacidad visual y dominio de la máquina.
- Deberá tener conocimiento de las medidas de seguridad en relación con el trabajo de la máquina.
- El conductor dispondrá de calzado antideslizante y se preocupará de mantener las suelas libres de barro para evitar el bloqueo en pedales y mecanismos.
- El conductor permanecerá en la cabina mientras duren las operaciones de carga y descarga.
- Utilizará los medios previstos para subir o bajar de la cabina. No debe saltar desde la misma.
- Cuando abandone la cabina utilizará el casco de seguridad.
- No permitir el manejo de mandos a personas ajenas al operador.
- En caso de interferencia con una línea eléctrica no se abandonará la cabina.

- No abandonará la máquina con el motor en marcha.
- Debe realizar las maniobras dentro del campo de su visibilidad; en caso contrario, se ayudará de un señalizador.
- En los supuestos de ruido utilizará tapones o auriculares.
- En caso necesario se usará cinturón elástico antivibratorio.
- Se prohíbe en la obra el transporte de personas sobre las máquinas, para evitar caídas o atropellos.
- Se evitará circular a velocidad superior a 20 km/h en el movimiento de tierras.

### **c) Equipos de protección individual (EPIs) recomendables**

- Casco de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Cinturón elástico antivibratorio.
- Gafas de seguridad antiproyecciones y polvos.
- Ropa de trabajo.
- Trajes impermeables para tiempo lluvioso.
- Zapatos antideslizantes para conducción de vehículos.
- Guantes de cuero (mantenimiento).
- Mandil de cuero (mantenimiento).
- Polainas de cuero (mantenimiento).

#### **1.3.7.2. Camión grúa**

Dentro de esta definición se incluye cualquier aparato de elevación de funcionamiento discontinuo, destinado a elevar y distribuir en el espacio cargas suspendidas de un gancho o cualquier otro accesorio de aprehensión, dotado de medios de propulsión y conducción propios o que formen parte de un conjunto con dichos medios que posibilitan su desplazamiento por vías públicas o terrenos.

### **a) Riesgos más comunes**

- Atropellos.
- Atrapamientos.
- Caídas de personas a distinto nivel (al subir o bajar de la cabina).
- Caídas por objetos por:
- Defecto del gancho, eslinga, etc.
- Carencia de pestillo de seguridad (en gancho).
- Batea, barquilla incorrecta.
- Falta de visión en operaciones de carga y descarga.
- Desplome de la estructura en montaje.
- Golpes con las cargas.
- Interferencias con otras grúas.
- Vuelco.
- Contacto eléctrico.

### **b) Normas o medidas preventivas tipo**

#### Sobre el terreno

- Accesos y caminos: los accesos y caminos de la obra se conservarán en adecuado estado para la circulación evitando la formación de blandones y embarramientos excesivos.
- Terrenos blandos: en terrenos blandos se deberá poner especial cuidado y disponer de tabloneros o placas de palastro como reparto de los gatos estabilizadores.
- Estacionamiento de la máquina: la máquina deberá estacionarse siempre en los lugares establecidos y adecuadamente nivelada.
- Señalización: han de instalarse señales, balizamientos, etc., para advertencia de los vehículos que circulan por la vía.
- Circulación y estacionamiento: no se deberá estacionar ni circular a

- Se prohíbe la realización de replanteos o de mediciones en las zonas donde están operando las máquinas para el movimiento de tierras.

#### Sobre los operarios

- Gruista cualificado: el operario que maneje la grúa debe ser cualificado, en posesión del carné de operador de grúa móvil autopropulsada conforme establece el Anexo VII de la ITC MIE-AEM-4.
- Calzado antideslizante: el conductor dispondrá de calzado antideslizante y se preocupará de mantener las suelas libres de barro para evitar el bloqueo en pedales y mecanismos.
- Carga y descarga: el conductor no permanecerá en la cabina mientras duren las operaciones de carga y descarga.
- Subida y bajada a la cabina: utilizará los medios previstos para subir o bajar de la cabina. No debe saltar desde la misma.
- La cabina será de construcción cerrada y se instalará de modo que el operador tenga durante las maniobras el mayor campo de visibilidad.
- La cabina estará provista de accesos fáciles y seguros desde el suelo y en su interior se instalarán diagramas de cargas y alcances, rótulos e indicativos para la correcta identificación de los mandos e iluminación.
- Manejo de los mandos; no permitir el manejo de mandos a personas ajenas al operador.
- Líneas eléctricas: en caso de interferencia con una línea eléctrica no se abandonará la cabina.
- Cuando existan líneas de alta tensión próximas a la zona de trabajo de la grúa se solicitará de la compañía eléctrica el corte de servicio mientras duren los trabajos.
- Equipos de protección individual: utilizará equipo de protección individual adecuado: botas, casco, guantes, etc.

#### **c) Equipos de protección individual (EPIs) recomendables**

- Casco de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Cinturón elástico antivibratorio.

- Gafas de seguridad antiproyecciones y polvos.
- Ropa de trabajo.
- Trajes impermeables para tiempo lluvioso.
- Zapatos antideslizantes para conducción de vehículos.
- Guantes de cuero (mantenimiento).
- Mandil de cuero (mantenimiento).
- Polainas de cuero (mantenimiento).

### **1.3.7.3. Camiones de transporte**

#### **a) Riesgos más comunes**

- Los inherentes a la circulación por el interior del recinto de las obras, como son:
  - Atropellos
  - Choques con otros vehículos
- Específicos de su trabajo
  - Vuelcos por accidentes del terreno
  - Vuelcos por desplazamientos de cargas,
  - Caídas y atrapamientos del operario

#### **b) Normas o medidas preventivas tipo**

- Respetar las normas de circulación interna de la obra.
- Efectuar cargas y descargas en los lugares designados al efecto.
- Buen estado de los vehículos.
- Uso de calzos en las ruedas además del freno de mano.
- Acceso y abandono de las cajas de transporte de mercancías mediante el uso de escalerillas de mano.
- Dirigir las maniobras de carga y descarga por una persona adecuada.

- El colmo máximo permitido para materiales sueltos debe ser menos del 5 por ciento en su pendiente.
- Instalación de las cargas en las cajas de manera uniforme.
- En caso de disponer de grúa auxiliar el camión, el gancho de ésta estará provisto de pestillo de seguridad.
- Los operarios encargados de las operaciones de carga y descarga de materiales estarán provistos del siguiente equipo:
- Guantes o manoplas de cuero adecuadas al trabajo.
- Botas de seguridad.
- Se les instruirá para la adopción de las siguientes medidas:
  - No trepar ni saltar de las cajas de los camiones.
  - Para guiar cargas en suspensión usar los cabos guías.
  - No permanecer debajo de las cargas.

#### **c) Equipos de protección individual (EPIs) recomendables**

- Casco de seguridad
- Cinturón
- Botas de seguridad
- Ropa de trabajo
- Guantes de cuero
- Salva hombros y cara

#### **1.3.7.4. Maquinas herramientas**

##### **Hormigonera**

#### **a) Riesgos más comunes**

- Descargas eléctricas
- Atrapamientos por órganos móviles.
- Vuelcos y atropellos al cambiarla de emplazamiento.

**b) Normas o medidas preventivas tipo**

- La máquina estará situada en superficie llana y consistente.
- Bajo ningún concepto, se introducirá el brazo en el tambor, cuando funcione la máquina.

**c) Equipos de protección individual (EPIs) recomendables**

- Casco homologado de seguridad.
- Mono de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Botas de goma y mascarilla antipolvo

**Herramientas manuales**

En este grupo se pueden incluir todas aquellas herramientas requeridas para la ejecución de la obra, como son las siguientes: rozadora, radial, pistola clavadora, lijadora, martillo rotativo, máquina de cortar terrazo, taladro percutor, etc.

**a) Riesgos más comunes**

- Descargas eléctricas.
- Proyección de partículas.
- Caídas de altura.
- Ambiente ruidoso.
- Generación de polvos.
- Explosiones e incendios.
- Cortes en extremidades

**b) Normas o medidas preventivas tipo**

- Todas las herramientas eléctricas, estarán dotadas de doble aislamiento de seguridad.
- El personal que utilice estas herramientas ha de conocer las instrucciones de uso.

- La desconexión de las herramientas no se hará con un tirón brusco
- Las herramientas serán revisadas periódicamente, de manera que se cumplan las instrucciones de conservación del fabricante.
- Estarán acopiadas en el almacén de obra, llevándolas al mismo una vez finalizado el trabajo, colocando las herramientas más pesadas en las baldas más próximas al suelo.
- No se usará una herramienta eléctrica sin enchufe; si hubiera necesidad de emplear mangueras de extensión éstas se harán de la herramienta al enchufe y nunca a la inversa.
- Los trabajos con estas herramientas se realizarán siempre en posición estable.

### **c) Equipos de protección individual (EPIs) recomendables**

- Casco homologado de seguridad.
- Mono de trabajo.
- Protecciones auditivas y oculares en el empleo de la pistola clavadora
- Guantes de cuero.
- Botas de goma y mascarilla antipolvo
- Cinturón de seguridad, para los trabajos de altura

## **Sierra circular**

### **a) Riesgos más comunes**

- Cortes y amputaciones en extremidades superiores.
- Descargas eléctricas.
- Rotura del disco.
- Proyección de partículas.
- Incendio

### **b) Normas o medidas preventivas tipo**

- El disco estará dotado de carcasa protectora y resguardos que impidan los atrapamientos por los órganos móviles.
- Se encontrará en buenas condiciones el estado de los dientes del disco, así como la estructura de éste.
- La zona de trabajo estará limpia, para evitar incendios.
- Se evitará la presencia de clavos al cortar.

### **c) Equipos de protección individual (EPIs) recomendables**

- Casco homologado de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Gafas de protección.

Botas de seguridad

## **1.4. Normas de seguridad aplicables a la obra**

### **1.4.1. Coordinación en materia de seguridad y salud**

La designación de la coordinación en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona, ésta, durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y en su caso las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no sea necesaria la designación de la coordinación.

#### **1.4.2. Obligaciones del promotor**

Es la persona física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente decide, impulsa, programa y financia con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Tiene la responsabilidad de contratar a los técnicos redactores del preceptivo Estudio de Seguridad y Salud - o Estudio Básico, en su caso - al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, facilitando copias a las empresas contratistas, subcontratistas o trabajadores autónomos contratados directamente por el promotor, exigiendo la presentación de cada Plan de Seguridad y Salud previamente al comienzo de las obras.

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará a una persona encargada de la coordinación en materia de seguridad y salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos. Según lo dictado en el Real Decreto 1627/1997 (en su introducción y en el apartado 2 del Artículo 2), se establece que el contratista y el subcontratista tendrán la consideración de empresario a los efectos previstos en la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

La designación de la coordinación en materia de seguridad y salud no eximirá al promotor de las responsabilidades. El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1997 debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

#### **1.4.3. Obligaciones de contratistas y subcontratistas**

Tanto contratista como subcontratistas estarán obligados a aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular los relacionados con:

- El mantenimiento de la obra, buen estado y limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de vías o zonas de desplazamiento o circulación
- La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.

- El mantenimiento, control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y acondicionamiento de zona de almacenaje y depósito de materiales, en especial si se trata de materias peligrosas.
- El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- La recogida de materiales peligrosos utilizados.
- La adaptación del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones de la Coordinación en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.
- Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además, responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan

Las responsabilidades de los coordinadores, de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y subcontratistas."

La empresa constructora redactará un Plan de Seguridad y Salud, previamente al inicio de las obras y contará con la aprobación del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra.

La empresa constructora se obliga a cumplir las directrices, los medios y la planificación de obra contenidas en el presente plan de seguridad, en el que se han fijado directrices, medios y planificación y organización de obra coherentes con el estudio y con los sistemas de ejecución que se van a emplear.

#### **1.4.4. Obligaciones de trabajadores autónomos**

Los trabajadores autónomos están obligados a aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y en particular los relacionados con:

- Cumplir las disposiciones mínimas de seguridad y salud establecidas en el anexo IV del Real Decreto 1.627/1997, durante la ejecución de la obra
- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- La recogida de materiales peligrosos utilizados.
- La adaptación del periodo de tiempo efectiva que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otra actividad.
- El cumplimiento de las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997.
- El ajuste de su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de
- Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido
- El cumplimiento de las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- La utilización de los equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuestos en el Real Decreto 1215/1997.
- La elección y utilización de los equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1997.

- La atención de las indicaciones y cumplimiento de las instrucciones de la Coordinación en materia de seguridad y salud.
- El cumplimiento de lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

#### **1.4.5. Libro de incidencias**

En la parcela existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio Profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud. Deberá mantenerse siempre en obra y en poder de la Coordinación del proyecto.

A dicho libro tendrán acceso la Dirección Facultativa de la obra, el adjudicatario y el subadjudicatario y los trabajadores autónomos si los hubiera, los representantes de los trabajadores y técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, en relación con el incumplimiento de las medidas de seguridad y salud prescritas, la Dirección Facultativa estará obligada a remitir, en el plazo de 24 horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en la que se realice la obra, en este caso Valladolid. Igualmente deberá notificar las anotaciones en el libro al adjudicatario afectado y a los representantes de los trabajadores de este. En caso de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, la Dirección Facultativa podrá disponer de la paralización alguna o algunas de las labores de edificación de la obra, o en su caso, de la totalidad de la obra, sin perjuicio de la normativa sobre contratos de las administraciones públicas relativa a cumplimientos de plazos y suspensión de obras.

#### **1.4.6. Prevención de riesgos a terceros**

Con el fin de evitar posibles accidentes a terceros, se colocarán las oportunas señales de advertencia de salida de camiones y de limitación de velocidad en la carretera, a las distancias reglamentarias de entronque con ella.

Se señalizará, de acuerdo con la normativa vigente, el enlace y cruce con las carreteras y caminos, tomándose las adecuadas medidas de seguridad que cada caso requiera. Además, se señalizarán los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, excepto en los trayectos obligados de cruce, colocándose en su caso, los cerramientos necesarios.

En colaboración con el técnico de seguridad se realizarán las mediciones de gases, ruidos, polvos, etc.

#### **1.4.7. Paralización de los trabajos**

Cuando el coordinador durante la ejecución de las obras, observase el incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de los trabajos, o en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la inspección de trabajo y seguridad social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados por la paralización a los representantes de los trabajadores

#### **1.4.8. Derechos de los trabajadores**

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud en la obra.

Será facilitada a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo, por parte del contratista, de una copia del plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento.

### **1.5. Equipamientos**

#### **1.5.1. Dotación de aseos y vestuarios**

Debido a que las actuaciones planteadas en este estudio se encuentran anexas a las instalaciones del promotor, dotadas de infraestructuras generales, en principio no se estima dotar de vestuarios y aseos específicos el ámbito de la obra.

#### **1.5.2. Señalización**

La instalación de señales en aquellas zonas con riesgos se considera una actuación preventiva más. Se debe considerar que ello no los elimina y por tanto, no dispensa en ningún caso la obligación de adoptar las medidas preventivas y de protección mencionadas anteriormente.

Se colocará la señalización adecuada mediante carteles en las entradas de la obra y en los lugares en donde se genere el riesgo. Dichas señales serán al menos las siguientes:

- Peligro cargas suspendidas (entrada obra)
- Riesgo eléctrico (cuadro eléctrico)

- Obligatorio uso de casco (entrada obra)
- Obligatorio uso de botas de seguridad (entrada obra)
- Obligatorio uso de guantes de seguridad (entrada obra)
- Protección individual contra caídas (entrada obra)
- Protección contra incendios (donde se encuentre el extintor)
- Entrada prohibida a personas no autorizadas (entrada obra)
- Teléfonos de salvamento (caseta de obra)



Imagen 1: Señalización a la entrada de obra

### 1.5.3. Condiciones generales y aplicables a los equipos

Tanto los equipos individuales como colectivos de seguridad e higiene tienen una vida útil, finalizada la cual, deberá procederse a su inutilización y posterior reposición, así como la de aquellos equipos que sufren un marcado deterioro que invalide su uso y aplicación.

Los elementos de protección individual deberán ajustarse a la homologación oficial vigente. En el caso de que no existan normas de homologación oficial, se exigirá una calidad adecuada a las prestaciones del servicio.

Los botiquines estarán en todo momento suficientemente abastecidos, por lo que serán objeto de una revisión periódica para asegurar la existencia de al menos los elementos enumerados en el apartado correspondiente de este anejo.

#### **1.5.4. Equipos de seguridad y salud**

La empresa constructora propondrá a la Dirección Facultativa un programa para elaborar el grado de cumplimiento dispuesto en materia de seguridad y salud, encargada de garantizar la existencia, eficacia, mantenimiento, reparación y sustitución, en su caso, de las protecciones previstas. Así mismo, se evaluará la idoneidad y eficacia de las conductas citadas y de los soportes documentales que los define. Este programa contendrá al menos:

- Metodología a seguir.
- Frecuencia de conservación.
- Itinerarios para las inspecciones planteadas.
- Personal para esta tarea.
- Análisis de la evolución de las observaciones.

#### **1.5.5. Formación en seguridad y salud**

Todo el personal debe recibir al ingresar en la obra formación sobre los métodos de trabajo y los riesgos que estos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberán emplear.

Todos los trabajadores tendrán conocimiento de los riesgos que conlleva su trabajo, así como las conductas a observar y el uso de las protecciones colectivas y personales. Con independencia de la formación que reciban, esta información se dará por escrito.

Se establecerá también por escrito las normas a seguir, cuando se detecte situación de riesgo, accidente o incidente.

#### **1.6. Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra**

Los principios de la acción preventiva se aplicarán durante la ejecución de la obra, sin detrimento de las especificaciones anteriormente indicadas para cada uno de los casos. Se aplicarán, en particular, a las siguientes tareas:

- Evitar la entrada de personal ajeno a la obra
- Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- Elección del emplazamiento de los puestos de trabajo, teniendo en cuenta las condiciones de acceso y la determinación de las vías a zonas de desplazamiento o circulación.
- Retirada o eliminación de residuos o escombros.

- Delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamientos y depósitos de los distintos materiales.
- Interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar.

## **1.7. Conclusiones**

El técnico redactor de este proyecto y del presente estudio de seguridad y salud, garantiza que se encuentra completamente formalizado y desarrollado el estudio de seguridad y salud aplicable al presente proyecto.

En el presente documento, se incluyen todos los datos y condiciones que a juicio del autor del proyecto son necesarios para garantizar el cumplimiento de estudio de seguridad redactado.

## **2. PLIEGO DE CONDICIONES**

### **2.1. Condiciones generales**

#### **2.1.1. Objeto del pliego**

El presente pliego de condiciones regirá en unión con las disposiciones de carácter general y particular que se indican en la memoria y pliego de condiciones del proyecto de ejecución de "Proyecto de planta de compostaje para granja de conejos en Valverde de Campos (Valladolid)", redactado por el Ingeniero Diego Conde Cid.

#### **2.1.2. Compatibilidad y relación entre el estudio de seguridad y salud y el proyecto de ejecución**

En caso de incompatibilidad o contradicción entre los documentos del presente estudio de seguridad y salud, y los documentos del proyecto redactado por el Ingeniero responsable, decidirá la dirección facultativa de la obra, bajo su responsabilidad.

### **2.2. Legalidad y medios de protección para la seguridad y la salud**

#### **2.2.1. Disposiciones legales de aplicación**

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de riesgos laborales y sus modificaciones posteriores.
- Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad.

- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores
- Real decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real decreto 486/1997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real decreto 487/1997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- Real decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real decreto 39/1997 de 17 de enero, Reglamentos de los servicios de Prevención.
- Real decreto 1215/1997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Constitución Española de 1978, arts. 40.2, 43.1 y 43.2.

### **2.2.2. Equipos de protección individual (E.P.I.)**

Todo equipo de protección individual llevará marcado europeo C.E., que lo da como correcto para su uso previsto, y no otro. En los casos en que no lleve marcado C.E. será desechado para su uso.

La dirección técnica de obra con el auxilio del delegado de prevención dispondrá en cada uno de los trabajos en obra la utilización de las prendas de protección adecuadas.

El personal de obra debería ser instruido sobre la utilización de cada una de las prendas de protección individual que se le proporcionen. En el caso concreto del cinturón de seguridad, será preceptivo que la dirección técnica de la obra proporcione al operario el punto de anclaje o en su defecto las instrucciones concretas para la instalación previa del mismo

### **2.2.3. Protecciones colectivas**

#### **2.2.2.1. Vallas de cierre**

La protección de todo el recinto de la obra se realizará mediante vallas autónomas de limitación y protección.

Estas vallas se situaron en el límite de la parcela y entre otras reunirán las siguientes condiciones:

- Tendrán altura suficiente.
- Dispondrán de puerta de acceso para vehículos y puerta independiente de acceso de personal.
- Esta deberá mantenerse hasta la conclusión de la obra o su sustitución por el vallado definitivo.
- Cumplirán lo dispuesto en el apartado 11 de la parte C del anexo IV del Real Decreto 1627/1997.

#### **2.2.2.2. Vallas de protección**

Tendrán como mínimo 90 cm de altura, estando construidas a base de tubos metálicos o de madera. Dispondrán de patas para mantener su estabilidad.

#### **2.2.2.3. Escalera de mano**

Deberán ir provistas de zapatas antideslizantes y cumplirán lo especificado en la normativa vigente. Sobresaldrán 1 m por encima de la cota superior de trabajo.

#### **2.2.2.4. Extintores**

Serán de polvo polivalente, revisándose periódicamente y se localizarán en cada maquinaria pesada y en oficina general en obra.

#### **2.2.2.5. Mallas y barandillas en altura**

Cumplirán la misma altura que las de delimitación, de 90 cm y estarán diseñadas para sufrir un empuje de una persona (150 kp) y no desprenderse. Las mallas se colocarán en todo el perímetro de forjados en su caso y se revisarán periódicamente para mantenerlas en perfecto estado de conservación. Serán sustituidas en caso de apreciarse roturas, y se aconseja la realización de pruebas periódicas con pesos reales (100 kg) para comprobar su utilidad.

#### **2.2.2.6. Castillete para montaje de encofrados de pilares y hormigonado**

Serán de estructura tubular con ruedas y plataforma de tablones trabados de 7 cm con barandillas metálicas o similares, con pasamanos, rodapié y barra intermedia.

Contará con escalera metálica de acceso a plataforma. La base contará con ruedas y mecanismo de bloqueo para periodos de trabajo.

#### **2.2.4. Condiciones técnicas de la maquinaria**

Las máquinas con ubicación fija en obra, tales como hormigoneras serán las instaladas por personal competente y debidamente autorizado.

El mantenimiento y reparación de estas máquinas quedará, asimismo, a cargo de tal personal, el cual seguirá siempre las instrucciones señaladas por el fabricante de las máquinas.

Las operaciones de instalación y mantenimiento deberán registrarse documentalmente en los libros de registro pertinentes de cada máquina. De no existir estos libros para aquellas máquinas utilizadas con anterioridad en otras obras, antes de su utilización, deberán ser revisadas en profundidad por personal competente, asignándoles el mencionado libro de registro de incidencias.

Las máquinas con ubicación variable, tales como circular, soldadura, etc. deberán ser revisadas por personal experto antes de su uso en obra, quedando a cargo de la dirección técnica de la obra con la ayuda del vigilante de seguridad la realización del mantenimiento de las máquinas según las instrucciones proporcionadas por el fabricante.

El personal encargado del uso de las máquinas empleadas en obra deberá estar debidamente autorizado para ello, por parte de la dirección técnica de la obra proporcionándole las instrucciones concretas de uso.

#### **2.2.5. Condiciones técnicas de la instalación eléctrica**

La instalación eléctrica provisional de obra se realizará siguiendo las pautas señaladas en los apartados correspondientes de la documentación de proyecto,

debiendo ser realizada por empresa autorizada y siendo de aplicación lo señalado en el vigente reglamento electrotécnico de baja tensión y norma U.N.E. 21.027.

Todas las líneas estarán formadas por cables unipolares con conductores de cobre y aislados con goma o policloruro de vinilo, para una tensión nominal de 1.000 voltios.

La distribución de cada una de las líneas así como su longitud, secciones de las fases y el neutro son los indicados en el apartado correspondiente a planos.

Todos los cables que presenten defectos superficiales u otros no particularmente visibles, serán rechazados.

Los conductores de protección serán de cobre electrostático y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán por las mismas canalizaciones que estos. Sus secciones mínimas se establecerán de acuerdo con la tabla V de la Instrucción M.I.B.T. 017, en función de las secciones de los conductores de fase de la instalación.

Los tubos constituidos de P.V.C. o polietileno, deberán soportar sin deformación alguna, una temperatura de 60° C.

Los conductores de la instalación se identificarán por los colores de su aislamiento, a saber:

- Azul claro: Para el conductor neutro.
- Amarillo/verde: Para el conductor de tierra y protección.
- Marrón/Negro/Gris: Para los conductores activos o de fase.

En los cuadros, se dispondrán todos aquellos aparatos de mando, protección y maniobra para la protección contra sobre intensidades (Sobrecarga y corto circuitos) y contra contactos directos e indirectos, tanto en los circuitos de alumbrado como de fuerza.

Dichos dispositivos se instalaron en los orígenes de los circuitos así como en los puntos en los que la intensidad admisible disminuya, por cambiar la sección, condiciones de instalación, sistemas de ejecución o tipo de conductores utilizados.

Los aparatos a instalar son los siguientes:

- Un interruptor general automático magnetotérmico de corte omnipolar que permita su accionamiento manual, para cada servicio.
- Dispositivos de protección contra sobrecargas y corto circuitos. Estos dispositivos son interruptores automáticos magnetotérmicos, de corte omnipolar, con curva térmica de corte.

## **2.2.6. Servicios de prevención**

### **2.2.6.1. Servicio técnico de seguridad y salud**

Todo el personal que realice su cometido en las fases de cimentación, estructura y albañilería en general, deberá realizar un curso de seguridad y salud en la construcción, en el que se les indicarán las normas generales sobre seguridad y salud que en la ejecución de esta obra se van a adoptar.

Esta formación debería ser impartida por los jefes de servicios técnicos o mandos intermediarios, recomendándose su complementación por instituciones tales como los gabinetes de seguridad e higiene en el trabajo, mutua de accidentes, etc.

Por parte de la dirección de la empresa en colaboración con la dirección técnica de la obra, se velará para que el personal sea instruido sobre las normas particulares que para la ejecución de cada tarea o para la utilización de cada máquina, sean requeridas.

### **2.2.6.2. Servicio médico**

La empresa constructora, dispondrá de un servicio médico de empresa propio o mancomunado.

### **2.2.6.3. Seguros de responsabilidad civil y todo riesgo en obra**

Será preceptivo en la obra, que los técnicos responsables dispongan de cobertura en materia de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad como constructor por los daños a terceras personas de los que pueda resultar responsabilidad civil extracontractual a su cargo, por hechos nacidos de culpa o negligencia, imputables al mismo o a las personas de las que debe responder. Se entiende que esta responsabilidad civil debe quedar ampliada al campo de la responsabilidad civil patronal.

El contratista viene obligado a la contratación de un seguro, en la modalidad de todo riesgo a la construcción, durante el plazo de ejecución de la obra con ampliación a un periodo de mantenimiento de 1 año, contado a partir de la fecha de terminación definitiva de la obra. Estas mismas condiciones serán exigibles a las subcontratas.

### **2.2.6.4. Instalaciones médicas**

Los botiquines se revisarán mensualmente y repuesto inmediatamente lo consumido.

## **2.2.7. Obligaciones del contratista**

### **2.2.7.1. Condiciones técnicas**

Las condiciones técnicas de los elementos de seguridad indicados en el apartado de condiciones particulares del presente pliego de condiciones, serán de obligada observación por el contratista a quien se adjudique la obra, el cual deberá hacer constar que las conoce y que se compromete a ejecutar los trabajos con estricta sujeción a las mismas en la propuesta que formule y que sirva de base a la adjudicación.

### **2.2.7.2. Responsabilidad del contratista**

El contratista será responsable ante los tribunales de los accidentes que, por inexperiencia, descuido y mala o nula aplicación de la seguridad, sobrevinieran en la obra, ateniéndose en todo a las disposiciones de las autoridades competentes y leyes comunes sobre la materia.

## **2.2.8. Facultades de la dirección de seguridad de la obra**

### **2.2.8.1. Interpretación de los documentos del estudio de seguridad y salud**

Las incidencias que surjan en la interpretación de los documentos del estudio de seguridad y salud o posteriormente durante la ejecución de los trabajos serán resueltos por la dirección de seguridad, obligando dicha resolución al contratista.

Las especificaciones no descritas en este pliego y que se encuentren en el resto de documentación que completa este estudio se considerarán, por parte de la contrata, como si figurasen en este pliego de condiciones. En caso de que en los documentos escritos se reflejen conceptos que no estén incluidos en planos o viceversa, el criterio a seguir lo decidirá la dirección de seguridad de la obras.

El contratista deberá consultar previamente cuantas aclaraciones estime oportunas para una correcta interpretación del estudio de seguridad.

### **2.2.8.2. Aceptación de los elementos de seguridad y salud**

Los elementos de seguridad que se vayan a emplear en la obra deberán ser aprobados por la dirección de seguridad, reservándose ésta el derecho de desechar aquéllos que no reúnan las condiciones necesarias.

### **2.2.8.3. Instalación deficiente de los elementos de seguridad**

Si a juicio de la dirección de seguridad hubiera partes de la obra donde las medidas de seguridad resultasen insuficientes, estuvieran en mal estado o deficientemente instaladas, el contratista tendrá la obligación de disponerlas de la forma que ordene la dirección de seguridad, no otorgando estas modificaciones derecho a percibir indemnización de algún género, ni eximiendo al contratista de las responsabilidades legales con que hubiera podido incurrir por deficiente o insuficiente instalación de elementos de seguridad.

### **2.2.9. Partes de accidente, deficiencias y libro de incidencias**

Deberán existir en obra partes de accidente y deficiencias que recogerán como mínimo los datos citados a continuación.

#### **2.2.9.1. Partes de accidentes**

Se incluirán los siguientes datos:

- Identificación de la obra.
- Día, mes y año en que se ha producido el accidente.
- Hora de producción del accidente.
- Nombre del accidentado.
- Oficio y categoría profesional del accidentado.
- Domicilio del accidentado.
- Lugar en que se produjo el accidente.
- Causas del accidente.
- Consecuencias aparentes del accidente.
- Especificación sobre los posibles fallos humanos.
- Lugar, persona y forma de producirse la primera cura.
- Lugar del traslado para hospitalización.
- Testigos del accidente.

### **2.2.9.2. Partes de deficiencias**

Se incluirán los siguientes datos:

- Identificación de la obra.
- Fecha en que se ha producido la observación.
- Lugar de la obra en el que se ha hecho la observación.
- Informe sobre la deficiencia observada.
- Estudio sobre la mejora de la deficiencia en cuestión.

### **2.2.9.3. Libro de incidencias**

Este libro, que consta de hojas cuadruplicadas, se facilitará por el colegio del responsable de seguridad y salud. Estará permanentemente en la obra.

Las anotaciones en este Libro se escribirán cuando tenga lugar una incidencia por:

- El arquitecto técnico, director de seguridad.
- El arquitecto director de la obra.
- El arquitecto técnico, director técnico de la obra.
- Un técnico provincial de seguridad y salud en el trabajo.
- El vigilante de seguridad y salud de la obra.
- El encargado del constructor principal.

### **2.2.10. Plan de seguridad y salud**

En aplicación del estudio de seguridad y salud, el contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este estudio y en función de su propio sistema de ejecución de obra.

En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este estudio básico.

El plan de seguridad y salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador en materia de seguridad y salud.

Durante la ejecución de la obra, este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa del coordinador en materia de seguridad y salud.

Cuando no fuera necesaria la designación del coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la dirección facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas; por lo que el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los antedichos, así como de la dirección facultativa.

### **3. PLANOS**

Los planos correspondientes al Estudio de Seguridad y Salud se adjuntan en el Documento II: Planos.

## 4. MEDICIONES

Nº	Ud	Descripción	Medición
<b>8.1.- Sistemas de protección colectiva</b>			
8.1.1	Ud	Tapa provisional para arquetas de 38x38 cm., huecos de forjado o asimilables, formada mediante tabloncillos de madera de 20x5 cms. armados mediante clavazón, incluso colocación, (amortizable en dos usos).	Total ud .....: 10,000
8.1.2	Ud	Valla de obra reflectante de 170x25 cm. de poliéster reforzado con fibra de vidrio, con terminación en colores rojo y blanco, patas metálicas, amortizable en 5 usos, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97.	Total ud .....: 5,000
8.1.3	M.	Barandilla de protección de perímetros de forjados, compuesta por guardacuerpos metálico cada 2,5 m. (amortizable en 8 usos), fijado por apriete al forjado, pasamanos y travesaño intermedio formado por tubo 50 mm. (amortizable en 10 usos), pintado en amarillo y negro, y rodapié de 15x5 cm. (amortizable en 3 usos), para aberturas corridas, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97.	Total m. ....: 50,000
8.1.4	M.	Cinta de balizamiento bicolor rojo/blanco de material plástico, incluso colocación y desmontaje. R.D. 485/97.	Total m. ....: 100,000
8.1.5	Ud	Placa señalización-información en PVC serigrafiado de 50x30 cm., fijada mecánicamente, amortizable en 3 usos, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97.	Total ud .....: 10,000
8.1.6	Ud	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor. Medida la unidad instalada. s/ R.D. 486/97.	Total ud .....: 4,000
<b>8.2.- Instalaciones personales</b>			
8.2.1	Ms	Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para aseo en obra de 1,70x0,90x2,30 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., placa turca, y un lavabo, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, inst. eléctrica monofásica de 220 V. con automático. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.	Total ms .....: 1,000
<b>8.3.- Equipos de protección individual</b>			
8.3.1	Ud	Gafas antipolvo antiempañables, panorámicas, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	Total ud .....: 10,000
8.3.2	Ud	Protectores auditivos con arnés a la nuca, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	Total ud .....: 10,000
8.3.3	Ud	Arnés de seguridad con amarre dorsal y torsal fabricado con cincha de nylon de 45 mm. y elementos metálicos de acero inoxidable, homologado CE. Amortizable en 5 obras; s/ R.D. 773/97.	Total ud .....: 5,000
8.3.4	Ud	Filtro recambio de mascarilla para polvo y humos, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	

			Total ud .....:	10,000
8.3.5	Ud	Pantalla manual de seguridad para soldador, con fijación en cabeza, (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.		
			Total ud .....:	10,000
8.3.6	Ud	Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.		
			Total ud .....:	5,000
8.3.7	Ud	Par de botas altas de agua. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.		
			Total ud .....:	5,000
8.3.8	Ud	Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.		
			Total ud .....:	5,000
8.3.9	Ud	Par de guantes para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.		
			Total ud .....:	2,000
8.3.10	Ud	Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.		
			Total ud .....:	10,000
8.3.11	Ud	Par guantes de goma látex-anticorte. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.		
			Total ud .....:	10,000
8.3.12	Ud	Casco de seguridad con arnés de adaptación, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.		
			Total ud .....:	10,000
<b>8.4.- Formación</b>				
8.4.1	Ud	Costo de curso de formación de seguridad y salud en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado.		
			Total ud .....:	2,000
<b>8.5.- Medicina preventiva y primeros auxilios</b>				
8.5.1	Ud	Botiquín de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado.		
			Total ud .....:	1,000
8.5.2	Ud	Reposición de material de botiquín de urgencia.		
			Total ud .....:	2,000

## 5. PRESUPUESTOS

### 5.1. Cuadro de Precios Nº1

Nº	Designación	Importe	
		Cifras (€)	Letra (€)
<b>8.1</b>	<b>Sistemas de protección colectiva</b>		
8.1.1	ud Tapa provisional para arquetas de 38x38 cm., huecos de forjado o asimilables, formada mediante tablonos de madera de 20x5 cms. armados mediante clavazón, incluso colocación, (amortizable en dos usos).	8,14	OCHO EUROS CON CATORCE CÉNTIMOS
8.1.2	ud Valla de obra reflectante de 170x25 cm. de poliéster reforzado con fibra de vidrio, con terminación en colores rojo y blanco, patas metálicas, amortizable en 5 usos, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97.	21,26	VEINTIUN EUROS CON VEINTISEIS CÉNTIMOS
8.1.3	m. Barandilla de protección de perímetros de forjados, compuesta por guardacuerpos metálico cada 2,5 m. (amortizable en 8 usos), fijado por apriete al forjado, pasamanos y travesaño intermedio formado por tubo 50 mm. (amortizable en 10 usos), pintado en amarillo y negro, y rodapié de 15x5 cm. (amortizable en 3 usos), para aberturas corridas, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97.	5,73	CINCO EUROS CON SETENTA Y TRES CÉNTIMOS
8.1.4	m. Cinta de balizamiento bicolor rojo/blanco de material plástico, incluso colocación y desmontaje. R.D. 485/97.	0,57	CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS
8.1.5	ud Placa señalización-información en PVC serigrafiado de 50x30 cm., fijada mecánicamente, amortizable en 3 usos, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97.	3,37	TRES EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS
8.1.6	ud Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor. Medida la unidad instalada. s/ R.D. 486/97.	48,67	CUARENTA Y OCHO EUROS CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS
<b>8.2.</b>	<b>Instalaciones personales</b>		
8.2.1	ms Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para aseo en obra de 1,70x0,90x2,30 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., placa turca, y un lavabo, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenolítica antideslizante y resistente al desgaste. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, inst. eléctrica monofásica de 220 V. con automático. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.	186,30	CIENTO OCHENTA Y SEIS EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS
<b>8.3</b>	<b>Equipos de protección individual</b>		
8.3.1	ud Gafas antipolvo antiempañables, panorámicas, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	0,43	CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS

8.3.2	ud Protectores auditivos con arnés a la nuca, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	2,06	DOS EUROS CON SEIS CÉNTIMOS
8.3.3	ud Arnés de seguridad con amarre dorsal y torsal fabricado con cincha de nylon de 45 mm. y elementos metálicos de acero inoxidable, homologado CE. Amortizable en 5 obras; s/ R.D. 773/97.	5,77	CINCO EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS
8.3.4	ud Filtro recambio de mascarilla para polvo y humos, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	1,85	UN EURO CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS
8.3.5	ud Pantalla manual de seguridad para soldador, con fijación en cabeza, (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	1,65	UN EURO CON SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS
8.3.6	ud Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	6,17	SEIS EUROS CON DIECISIETE CÉNTIMOS
8.3.7	ud Par de botas altas de agua. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	6,18	SEIS EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS
8.3.8	ud Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	2,33	DOS EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS
8.3.9	ud Par de guantes para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	1,99	UN EURO CON NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
8.3.10	ud Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	11,33	ONCE EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS
8.3.11	ud Par guantes de goma látex-anticorte. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	1,85	UN EURO CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS
8.3.12	ud Casco de seguridad con arnés de adaptación, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	2,06	DOS EUROS CON SEIS CÉNTIMOS
<b>8.4</b>	<b>Formación</b>		
8.4.1	ud Costo de curso de formación de seguridad y salud en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado.	42,65	CUARENTA Y DOS EUROS CON SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS
<b>8.5</b>	<b>Medicina preventiva y primeros auxilios</b>		
8.5.1	ud Botiquín de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado.	83,89	OCHENTA Y TRES EUROS CON OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
8.5.2	ud Reposición de material de botiquín de urgencia.	62,98	SESENTA Y DOS EUROS CON NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS

## 5.2. Cuadro de Precios Nº2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial	Total
<b>8.1</b>	<b>Sistemas de protección colectiva</b>		
8.1.1	ud Tapa provisional para arquetas de 38x38 cm., huecos de forjado o asimilables, formada mediante tablonces de madera de 20x5 cms. armados mediante clavazón, incluso colocación, (amortizable en dos usos). (Mano de obra)		
	Peón ordinario 0,050 h.	10,240	0,51
	(Materiales)		
	Pequeño material 1,000 ud	0,710	0,71
	Tapa provisional arqueta 38x38 0,500 ud	13,360	6,68
	3% Costes indirectos		0,24
			8,14
8.1.2	ud Valla de obra reflectante de 170x25 cm. de poliéster reforzado con fibra de vidrio, con terminación en colores rojo y blanco, patas metálicas, amortizable en 5 usos, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97. (Mano de obra)		
	Peón ordinario 0,100 h.	10,240	1,02
	(Materiales)		
	Valla obra reflectante 1,70 0,200 ud	98,080	19,62
	3% Costes indirectos		0,62
			21,26
8.1.3	m. Barandilla de protección de perímetros de forjados, compuesta por guardacuerpos metálico cada 2,5 m. (amortizable en 8 usos), fijado por apriete al forjado, pasamanos y travesaño intermedio formado por tubo 50 mm. (amortizable en 10 usos), pintado en amarillo y negro, y rodapié de 15x5 cm. (amortizable en 3 usos), para aberturas corridas, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97. (Mano de obra)		
	Oficial primera 0,150 h.	10,710	1,61
	Peón ordinario 0,150 h.	10,240	1,54
	(Materiales)		
	Guardacuerpos metálico 0,065 ud	9,060	0,59
	Tabla madera pino 15x5 cm. 0,003 m3	272,800	0,82
	Pasamanos tubo D=50 mm. 0,240 m.	4,170	1,00
	3% Costes indirectos		0,17
			5,73
8.1.4	m. Cinta de balizamiento bicolor rojo/blanco de material plástico, incluso colocación y desmontaje.R.D. 485/97. (Mano de obra)		
	Peón ordinario 0,050 h.	10,240	0,51

	(Materiales)				
	Cinta balizamiento bicolor 8 cm.	1,100 m.	0,040	0,04	
	3% Costes indirectos			0,02	
8.1.5	ud Placa señalización-información en PVC serigrafiado de 50x30 cm., fijada mecánicamente, amortizable en 3 usos, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97. (Mano de obra)				0,57
	Peón ordinario	0,150 h.	10,240	1,54	
	(Materiales)				
	Placa informativa PVC 50x30	0,333 ud	5,200	1,73	
	3% Costes indirectos			0,10	
8.1.6	ud Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor. Medida la unidad instalada. s/ R.D. 486/97. (Mano de obra)				3,37
	Peón ordinario	0,100 h.	10,240	1,02	
	(Materiales)				
	Extintor polvo ABC 6 kg.	1,000 ud	46,230	46,23	
	3% Costes indirectos			1,42	
<b>8.2.</b>	<b>Instalaciones personales</b>				<b>48,67</b>
8.2.1	ms Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para aseo en obra de 1,70x0,90x2,30 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., placa turca, y un lavabo, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, inst. eléctrica monofásica de 220 V. con automático. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97. (Mano de obra)				
	Peón ordinario	0,085 h.	10,240	0,87	
	(Materiales)				
	Alq. caseta pref. aseo 1,70x0,90	1,000 ud	60,000	60,00	
	Transp.200km.ent.r.y rec.1 módulo	0,250 ud	480,000	120,00	
	3% Costes indirectos			5,43	
<b>8.3.</b>	<b>Equipos de protección individual</b>				<b>186,30</b>
8.3.1	ud Gafas antipolvo antiempañables, panorámicas, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97. (Materiales)				

	Gafas antipolvo	0,333 ud	1,250	0,42	
	3% Costes indirectos			0,01	
8.3.2	ud Protectores auditivos con arnés a la nuca, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97. (Materiales)				0,43
	Cascos protectores auditivos	0,333 ud	6,000	2,00	
	3% Costes indirectos			0,06	
8.3.3	ud Arnés de seguridad con amarre dorsal y torsal fabricado con cincha de nylon de 45 mm. y elementos metálicos de acero inoxidable, homologado CE. Amortizable en 5 obras; s/ R.D. 773/97. (Materiales)				2,06
	Arnés amarre dorsal y torsal	0,200 ud	28,000	5,60	
	3% Costes indirectos			0,17	
8.3.4	ud Filtro recambio de mascarilla para polvo y humos, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97. (Materiales)				5,77
	Filtro antipolvo	1,000 ud	1,800	1,80	
	3% Costes indirectos			0,05	
8.3.5	ud Pantalla manual de seguridad para soldador, con fijación en cabeza, (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97. (Materiales)				1,85
	Pantalla mano seguridad soldador	0,200 ud	8,000	1,60	
	3% Costes indirectos			0,05	
8.3.6	ud Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97. (Materiales)				1,65
	Par botas c/puntera/plant. metal	0,333 ud	18,000	5,99	
	3% Costes indirectos			0,18	
8.3.7	ud Par de botas altas de agua. Certificado CE; s/ R.D. 773/97. (Materiales)				6,17
	Par botas altas de agua (negras)	1,000 ud	6,000	6,00	
	3% Costes indirectos			0,18	
					6,18

8.3.8	ud Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97. (Materiales)				
	Semi-mascarilla 1 filtro	0,333 ud	6,800	2,26	
	3% Costes indirectos			0,07	
					2,33
8.3.9	ud Par de guantes para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97. (Materiales)				
	Par guantes p/soldador	0,333 ud	5,800	1,93	
	3% Costes indirectos			0,06	
					1,99
8.3.10	ud Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97. (Materiales)				
	Mono de trabajo poliéster-algod.	1,000 ud	11,000	11,00	
	3% Costes indirectos			0,33	
					11,33
8.3.11	ud Par guantes de goma látex-anticorte. Certificado CE; s/ R.D. 773/97. (Materiales)				
	Par guantes de goma látex-antic.	1,000 ud	1,800	1,80	
	3% Costes indirectos			0,05	
					1,85
8.3.12	ud Casco de seguridad con arnés de adaptación, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97. (Materiales)				
	Casco seguridad homologado	1,000 ud	2,000	2,00	
	3% Costes indirectos			0,06	
					2,06
<b>8.4</b>	<b>Formación</b>				
8.4.1	ud Costo de curso de formación de seguridad y salud en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado. (Materiales)				
	Costo mens. formación seguridad	1,000 ud	41,410	41,41	
	3% Costes indirectos			1,24	
					42,65
<b>8.5</b>	<b>Medicina preventiva y primeros auxilios</b>				
8.5.1	ud Botiquín de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado. (Mano de obra)				

	Peón ordinario	0,100 h.	10,240	1,02	
	(Materiales)				
	Botiquín de urgencias	1,000 ud	80,430	80,43	
	3% Costes indirectos			2,44	
8.5.2	ud Reposición de material de botiquín de urgencia.				83,89
	(Materiales)				
	Reposición de botiquín	1,000 ud	61,150	61,15	
	3% Costes indirectos			1,83	
					62,98
					<b>507,23</b>

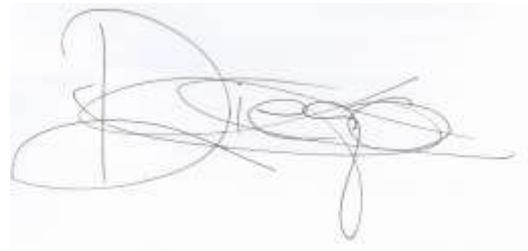
### 5.3. Presupuestos parciales

Capítulo	Importe	%
8. Seguridad y salud.	1.559,56	100,00
8.1. Sistemas de protección colectiva.	965,14	48,70
8.2. Instalaciones personales.	186,87	11,95
8.3. Equipos de protección individual.	489,36	20,42
8.4. Formación.	85,30	5,47
8.5. Medicina preventiva y primeros auxilios.	210,53	13,46
<b>Suma</b>	<b>1.601,01</b>	
21% IVA.	406,81	
<b>Presupuesto de ejecución por contrata .</b>	<b>1.937,22</b>	

### 5.4. Resumen general del presupuesto

Concepto	Importe (€)
<b>Seguridad y Salud</b>	<b>1.601,01</b>
<b>Seguridad y Salud (21% IVA)</b>	<b>1.937,22</b>

Palencia, a 14 de Julio de 2020



---

Fdo: Diego Conde Cid

Alumno del Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

**MEMORIA**

**ANEXO XII: ESTUDIO DE  
INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS**



## ÍNDICE ANEJO XIV

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>1</b>
<b>3. REQUISITOS DE LA INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS</b>	<b>2</b>
3.1. Configuración y ubicación con relación a su entorno .....	2
3.2. Sectorización de los establecimientos industriales.....	1
3.3. Materiales.....	2
3.4. Resistencia al fuego .....	2
<b>4. CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES</b>	<b>3</b>
4.1. Nivel de riesgo intrínseco .....	3
4.2. Instalaciones contra incendios .....	6
<b>5. CONSIDERACIONES FINALES</b>	<b>13</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Descripción de edificios y actividades desarrolladas</i>	2
<i>Tabla 2: Configuración del sector en función del riesgo intrínseco de cada sector</i>	1
<i>Tabla 3: Cálculo de la densidad de carga de fuego (Qs) en cada edificio</i>	5
<i>Tabla 4: Densidades de carga de fuego en función del nivel de riesgo intrínseco</i>	5
<i>Tabla 5: Necesidad de instalación de sistemas automáticos de detección en edificios</i>	6
<i>Tabla 6: Necesidades de instalación de hidrantes según edificios</i>	8
<i>Tabla 7: Hidrantes exteriores en función de la configuración de la zona, su superficie construida y su nivel de riesgo intrínseco</i>	8
<i>Tabla 8: Dotación de extintores</i>	9
<i>Tabla 9: Determinación de la dotación de extintores portátiles en sectores de incendio con carga de fuego aportada por combustible de clase A</i>	9
<i>Tabla 10: Necesidades de sistemas de boca de incendio equipadas (BIE) en cada edificio</i>	10
<i>Tabla 11: Necesidades de instalación de sistema de rociadores automáticos en edificios</i>	11
<i>Tabla 12: Necesidades de sistemas de evacuación de humos en edificios</i>	12
<i>Tabla 13: Necesidad de instalación de alumbrado de emergencia en edificios</i>	13

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1: Densidad de carga según actividad (almacenamiento)</i>	3
<i>Ecuación 2: Densidad de carga según actividad (producción)</i>	4

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<i>Imagen 1: Edificio tipo A</i>	3
<i>Imagen 2: Edificio tipo B</i>	3
<i>Imagen 3: Edificio tipo C</i>	3
<i>Imagen 4: Edificio tipo D</i>	3
<i>Imagen 5: Edificio tipo E</i>	3

## 1. INTRODUCCIÓN

Las instalaciones contra incendios son básicas para prevenir la aparición de incendios, y en caso de que estos se produzcan, evitar su propagación y favorecer su rápida extinción. Estos sistemas podrán ayudar a evitar pérdidas tanto personales como materiales.

Los objetivos del presente anejo de Seguridad Contra Incendios son:

- Describir en la actividad proyectada, los riesgos de un posible incendio y las medidas de protección, activas y pasivas, en cumplimiento de la legislación vigente.
- Diseñar dichas medidas de protección de manera coherente con el resto del proyecto.
- Cumplir con los requisitos administrativos necesarios para la tramitación del presente proyecto por parte de los organismos competentes.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

El proyecto plantea la ejecución de una planta de compostaje junto a una granja de conejos, ya en explotación. Esta ya dispone de su propia instalación de incendios, por lo que la que se va a diseñar tomará el agua necesaria de la red de abastecimiento de la granja.

La planta de compostaje estará compuesta de varios edificios, cuyas dimensiones y actividad se detallan en la tabla siguiente:

**Tabla 1: Descripción de edificios y actividades desarrolladas**

<b>EDIFICIO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>SUPERFICIE</b>	<b>ALTURA ALMACENAMIENTO</b>
<b>Almacén estructurante</b>	Almacenamiento	640	3,2
<b>Nave maduración I</b>	Fabricación	1.100	1,5
<b>Nave maduración II</b>	Fabricación	1.100	1,5
<b>Invernadero vermicompostaje I</b>	Fabricación	2.016	0,5
<b>Invernadero vermicompostaje II</b>	Fabricación	2.016	0,5
<b>Almacén producto</b>	Almacenamiento	510	3,0

### 3. REQUISITOS DE LA INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS

#### 3.1. Configuración y ubicación con relación a su entorno

Los edificios industriales en relación con su entorno se clasifican según el Real decreto 2267/2004 en:

- **TIPO A:** el establecimiento industrial ocupa parcialmente un edificio que tiene, además, otros establecimientos, independientemente del uso de estos.
- **TIPO B:** el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio que está adosado a otro u otros edificios, o a una distancia igual o inferior a tres metros de otro u otros edificios, de otro establecimiento, ya sean estos de uso industrial o bien de otros usos.
- **TIPO C:** el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.

- **TIPO D:** el establecimiento industrial ocupa un espacio abierto, que puede estar totalmente cubierto, alguna de cuyas fachadas carece totalmente de cerramiento lateral.
- **TIPO E:** el establecimiento industrial ocupa un espacio abierto que puede estar parcialmente cubierto (hasta un 50 por ciento de su superficie), alguna de cuyas fachadas en la parte cubierta carece totalmente de cerramiento lateral.

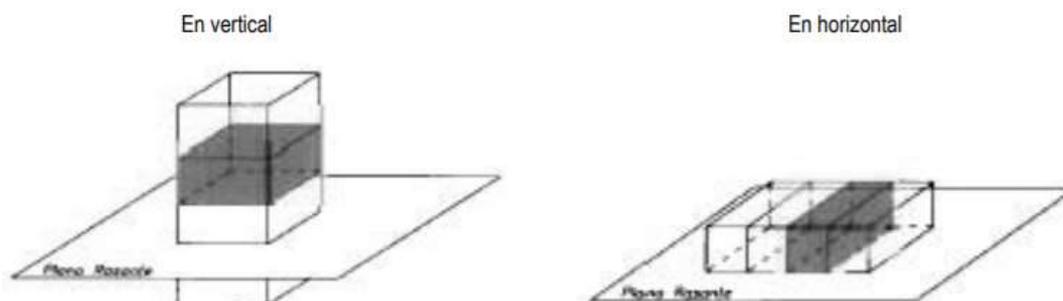


Imagen 1: Edificio tipo A

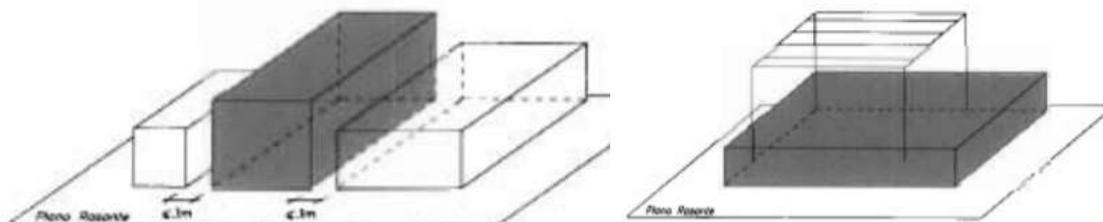


Imagen 2: Edificio tipo B

Imagen 4: Edificio tipo D

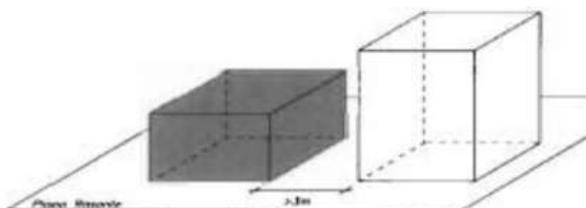


Imagen 3: Edificio tipo C

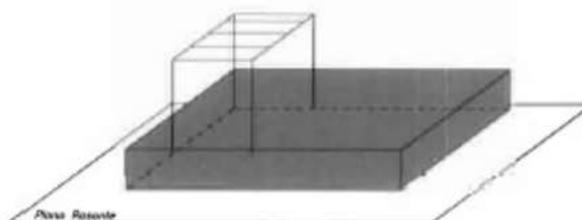


Imagen 5: Edificio tipo E

En función del tipo de configuración del edificio se puede hablar de:

- Sector incendio: el espacio del incendio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso. Valido para las configuraciones tipo A, B y C.
- Área de incendio: la superficie que ocupa constituyen un área abierta, definida por su perímetro. Valido para las configuraciones tipo D y E.

### 3.2. Sectorización de los establecimientos industriales

Todos los sectores de incendio tipo A, B y C, además de todas las áreas de incendio que configuran un establecimiento industrial, deben de cumplir una serie de características: máxima superficie construida admisible y distribución de los materiales combustibles en el área de incendio (configuraciones D y E).

La máxima superficie construida permitida de cada sector incendio para las configuraciones de edificios tipo A, B y C, será:

**Tabla 2: Configuración del sector en función del riesgo intrínseco de cada sector**

RIESGO INTRÍNSECO DEL SECTOR INCENDIO		CONFIGURACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO		
		TIPO A (m <sup>2</sup> )	TIPO B (m <sup>2</sup> )	TIPO C (m <sup>2</sup> )
BAJO	1	2.000 <sup>(1, 2, 3)</sup>	6.000 <sup>(2, 3, 5)</sup>	Sin límite
	2	1.000 <sup>(1, 2, 3)</sup>	4.000 <sup>(2, 3, 5)</sup>	6.000 <sup>(3, 4)</sup>
MEDIO	3	500 <sup>(2, 3)</sup>	3.500 <sup>(2, 3)</sup>	5.000 <sup>(3, 4)</sup>
	4	400 <sup>(2, 3)</sup>	3.000 <sup>(2, 3)</sup>	4.000 <sup>(3, 4)</sup>
	5	300 <sup>(2, 3)</sup>	2.500 <sup>(2, 3)</sup>	3.500 <sup>(3, 4)</sup>
ALTO	6	No admitido	2.000 <sup>(3)</sup>	3.000 <sup>(3, 4)</sup>
	7	No admitido	1.500 <sup>(3)</sup>	2.500 <sup>(3, 4)</sup>
	8	No admitido	No admitido	2.000 <sup>(3, 4)</sup>

Los valores indicados anteriormente codifican la siguiente información:

- (1) Si el sector de incendio está situado en primer nivel bajo rasante de calle, la máxima superficie construida admisible es de 400 m<sup>2</sup>, aunque se puede aumentar si lo permiten las notas (2 y 3).
- (2) Si la fachada accesible del establecimiento industrial es superior al 50% de su perímetro, las máximas superficies construidas permitidas, pueden ampliarse un 25%.
- (3) Cuando se instalen sistemas de rociadores automáticos de agua o cualquier sistema automático fijo que no sean exigidos necesariamente, las máximas superficies construidas permitidas, pueden ampliarse hasta el doble de su valor.
- (4) En configuraciones de tipo C, si la actividad lo requiere, el sector de incendios puede tener cualquier superficie, siempre, que todo el sector cuente con una instalación fija automática de extinción y la distancia a los límites de la parcela con posibilidad de edificar en ellas sea superior a 10 m.
- (5) Para establecimientos industriales de tipo B, de riesgo intrínseco BAJO 1, cuya única actividad sea el almacenamiento de materiales de clase A y en el que los materiales de construcción empleados, incluidos los revestimientos, sean de clase A en su totalidad, se podrá aumentar la superficie máxima permitida del sector de incendio hasta 10.000 m<sup>2</sup>.

### 3.3. Materiales

Los materiales deben de presentar una adecuada reacción frente al fuego dependiendo de la situación en que se presenten. Debido a que de ellos depende en gran medida la iniciación del incendio, y su propagación inmediata en su comienzo.

Las exigencias de comportamiento frente al fuego de los productos de construcción se definen determinando la clase que deben de alcanzar según la norma UNE-EN 13501-1 (materiales ya normalizados).

### 3.4. Resistencia al fuego

La resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramientos se define como el tiempo durante el cual el elemento debe mantener las condiciones normalizadas en el Decisión 2003/629/CE de la Comisión.

## 4. CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

Las construcciones diseñadas para el presente proyecto son de varios tipos, con diferentes características y dimensiones. Por lo tanto, se deberán diferenciar estas peculiaridades para realizar un cálculo lo más aproximado posible.

Ambos almacenes y los invernaderos tendrán una configuración de tipo C, debido a que se encuentran a una distancia mayor de 3 metros de cualquier otra edificación y ocupan la totalidad de un edificio.

Las naves, por su parte, se considerarán de tipo D, al tratarse de un espacio abierto totalmente cubierto, sin cerramiento.

### 4.1. Nivel de riesgo intrínseco

La determinación del nivel del riesgo se obtendrá a partir de la densidad de carga de fuego de cada sector o área incendio, en función de los distintos procesos que se realizan en cada uno de los sectores u áreas.

Como se ha comentado anteriormente, como cada edificio posee características diferentes, el nivel de densidad de carga de fuego será diferente, realizándose los cálculos de manera distinta.

- Almacenes

$$Q_s = \frac{\sum q_{vi} \times h_i \times s_i \times c_i}{A} \times R_a$$

**Ecuación 1: Densidad de carga según actividad (almacenamiento)**

Dónde:

- $Q_s$  = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio ( $\text{MJ}/\text{m}^2$  o  $\text{Mcal}/\text{m}^2$ )
- $q_{vi}$  = densidad de carga de fuego de cada una de las zonas con procesos diferentes según los diferentes procesos que se realizan en el sector de incendio (i) ( $\text{MJ}/\text{kg}$  o  $\text{Mcal}/\text{kg}$ ).
- $h_i$  = altura del almacenamiento de cada uno de los combustibles (i) (m)
- $S_i$  = superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego ( $q_{si}$ ) diferente ( $\text{m}^2$ ).
- $c_i$  = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio

- $R_a$  = 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<sup>1</sup>
  - $A$  = superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio (m<sup>2</sup>).
- 
- Naves

$$Q_s = \frac{\sum q_{si} \times S_i \times c_i}{A} \times R_a$$

**Ecuación 2: Densidad de carga según actividad (producción)**

Dónde:

- $Q_s$  = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio (MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>)
- $q_{si}$  = carga de fuego, aportada por cada m<sup>3</sup> de cada zona con diferentes tipos de almacenamiento (i) existente en cada sector incendio (MJ/m<sup>3</sup> o Mcal/m<sup>3</sup>)
- $S_i$  = superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego ( $q_{si}$ ) diferente (m<sup>2</sup>).
- $c_i$  = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio
- $R_a$  = 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 construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio (m<sup>2</sup>).

Los valores empleados se han obtenido de la “*Tabla 1.2. Valores de densidad de carga de fuego media de diversos procesos industriales, de almacenamiento de productos y riesgo de activación asociado,  $R_a$* ” del RD 2267/2004. Se considerarán los valores de  $q_s$  y  $q_v$  para un abono químico, por considerarse el material más próximo al

---

<sup>1</sup> Cuando existen varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación ( $R_a$ ) el inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10 por ciento de la superficie del sector o área de incendio.

compost y estiércol. En el caso de la paja, se considerará los valores de la paja prensada. El valor de  $c_i$  se empleará el de un material de peligrosidad media, con una capacidad de ignición a una temperatura de 100-200°C.

A partir de las fórmulas anteriores, y aplicándose para cada zona según sus características, se genera la siguiente tabla resumen.

**Tabla 3: Cálculo de la densidad de carga de fuego ( $Q_s$ ) en cada edificio**

EDIFICIO	S (m <sup>2</sup> )	C	h (m)	$q_s$ (MJ/m <sup>3</sup> )	$q_v$ (MJ/kg)	A (m <sup>2</sup> )	Ra	$Q_s$ (MJ/m <sup>2</sup> )	Nivel riesgo intrínseco
<b>A. ESTR</b>	284	1,3	3,2	-	800	640	1,5	2.215	Medio (5)
<b>N. MAD</b>	696	1,3	-	200	-	1.100	1,0	162	Bajo (1)
<b>I. VERM</b>	624	1,3	-	200	-	2.016	1,0	65	Bajo (1)
<b>A. PROD</b>	211	1,3	3	-	200	510	1,0	303	Bajo (1)

A partir del valor de la densidad de carga de fuego ponderada ( $Q_s$ ), se puede determinar el riesgo intrínseco de incendio, según la siguiente tabla:

**Tabla 4: Densidades de carga de fuego en función del nivel de riesgo intrínseco**

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m <sup>2</sup>	MJ/m <sup>2</sup>
<b>BAJO</b>	<b>1</b>	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 450$
	<b>2</b>	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
<b>MEDIO</b>	<b>3</b>	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1.275$
	<b>4</b>	$300 < Q_s \leq 400$	$1.275 < Q_s \leq 1.700$
	<b>5</b>	$400 < Q_s \leq 800$	$1.700 < Q_s \leq 3.400$
<b>ALTO</b>	<b>6</b>	$800 < Q_s \leq 1.600$	$3.400 < Q_s \leq 6.800$
	<b>7</b>	$1.600 < Q_s \leq 3.200$	$6.800 < Q_s \leq 13.600$
	<b>8</b>	$3.200 < Q_s$	$13.600 < Q_s$

## 4.2. Instalaciones contra incendios

En un sistema de control de incendios es básico la detección y extinción de los mismos. Por ello, debe dimensionarse adecuadamente los elementos que lo componen, en función del riesgo intrínseco de cada edificio y actividad.

### A. Sistemas automáticos de detección de incendios

Un sistema automático de detección de incendios está formado por elementos capaces de detectar el incendio sin intervención humana, emitiendo una señal que activa la alarma para que los ocupantes de las instalaciones tengan tiempo de evacuar y evitar así daños personales.

Su determinación, depende de los siguientes factores: configuración del edificio, el nivel de riesgo intrínseco, la superficie del sector y la función que desempeña el sector en el establecimiento industrial.

De este modo, las necesidades de sistemas automáticos de detección de incendios en cada uno de los edificios, quedará de la siguiente manera:

**Tabla 5: Necesidad de instalación de sistemas automáticos de detección en edificios**

Sector de incendio	Tipo de edificio	Nivel de riesgo	Función	Área (m <sup>2</sup> )	Superficie máxima (m <sup>2</sup> )	Instalación obligatoria
<b>A. estruc</b>	C	Medio (5)	Almacenaje	640	1.500	NO
<b>N. mad</b>	D	Bajo (1)	Producción	1.100	Sin límite	NO
<b>I. verm</b>	C	Bajo (1)	Producción	2.016	Sin límite	NO
<b>A. prod</b>	C	Bajo (1)	almacenaje	510	Sin límite	NO

Será necesaria su instalación en edificios, según su actividad, en:

- Actividades de producción:
  - Edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 3.000 m<sup>2</sup> o superior.
  - Edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 2.000 m<sup>2</sup> o superior.

- Actividades de almacenamiento:
  - Edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1.500 m<sup>2</sup> o superior.
  - Edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 800 m<sup>2</sup> o superior

Por lo tanto, no será necesaria la instalación de estos sistemas en ninguno de los edificios.

## **B. Sistemas manuales de alarma de incendios**

Los sistemas manuales de alarma de incendio están constituidos por un conjunto de pulsadores que permiten transmitir una señal, realizada por los ocupantes del sector, a un centro de control. De esta forma, que se identifique fácilmente la zona donde ha sido activado el pulsador.

Los sistemas manuales de alarma contra incendio serán necesarios en todos los sectores en los que, no exista un sistema automático de detección de incendio. Además, deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Actividades de producción: superficie construida superior a 1.000 m<sup>2</sup>
- Actividades de almacenamiento: superficie construida superior a 800 m<sup>2</sup>

Por lo tanto, al carecer de sistemas automáticos de detección de incendios en todos los edificios, se instalarán este tipo de sistemas manuales en todos ellos, aunque en el caso de los almacenes no alcancen las dimensiones mínimas exigidas.

La ubicación que dispondrá la instalación de los sistemas manuales en cada una de las zonas del proyecto, vendrá reflejada en los planos de sistema contra incendios.

## **C. Sistema de comunicación de alarma**

Estos sistemas permiten emitir señales acústicas y/o visuales a los ocupantes de un edificio industrial.

La normativa indica que *“Se instalarán sistemas de comunicación de alarma en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales, si la suma de la superficie construida de todos los sectores de incendio del establecimiento industrial es de 10.000 m<sup>2</sup> o superior”*.

La superficie total construida es de 7.400 m<sup>2</sup>. Por lo tanto, no será necesaria su instalación.

### D. Sistema de hidrantes exteriores

Un hidrante es un aparato hidráulico, conectado a una red de abastecimiento, destinado a suministrar agua en caso de incendio en todas las fases del mismo, a mangueras o a monitores directamente acoplados a él, o bien a tanques o bombas de los servicios de extinción, y que está situado en el exterior de los edificios.

Para su dimensionamiento es necesario conocer la configuración del sector de incendio, el nivel de riesgo intrínseco y el área de dicho sector.

**Tabla 6: Necesidades de instalación de hidrantes según edificios**

Edificio	Configuración	Nivel de riesgo	Área (m <sup>2</sup> )	Superficie máxima (m <sup>2</sup> )	Instalación obligatoria
A. estruc	C	Medio (5)	640	2.000	NO
N. mad	D	Bajo (1)	1.100	5.000	NO
I. verm	C	Bajo (1)	2.016	5.000	NO
A. prod	C	Bajo (1)	510	2.000	NO

**Tabla 7: Hidrantes exteriores en función de la configuración de la zona, su superficie construida y su nivel de riesgo intrínseco**

Configuración de la zona de incendio	Superficie del sector o área de incendio (m <sup>2</sup> )	Riesgo Intrínseco		
		Bajo	Medio	Alto
A	≥ 300	NO	SI	
	≥ 1000	SI*	SI	
B	≥ 1000	NO	NO	SI
	≥ 2500	NO	SI	SI
	≥ 3500	SI	SI	SI
C	≥ 2000	NO	NO	SI
	≥ 3500	NO	SI	SI
D o E	≥ 5000	SI	SI	SI
	≥ 15000	SI	SI	SI

Como se puede observar, no es necesaria la instalación de hidrantes en ninguno de los edificios proyectados.

### E. Extintores de incendios

La normativa obliga a la instalación de extintores de incendio portátiles en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales.

La determinación del número mínimo de extintores a instalar dependerá del riesgo intrínseco, el área del sector incendio de cada zona y el tipo de combustible que se puede encontrar en cada zona. Con el fin de maximizar la seguridad, se considera un combustible de clase A en el total de los edificios del proyecto.

**Tabla 8: Dotación de extintores**

Edificio	Configuración	Riesgo	Área (m <sup>2</sup> )	Eficiencia mínima	Extintores mínimos	Extintores instalados
A. estruc	C	Medio (5)	640	21A	2,2	3
N. mad	D	Bajo (1)	1.100	21A	3,6	4
I. verm	C	Bajo (1)	2.016	21A	10,6	11
A. prod	C	Bajo (1)	510	21A	1	1

**Tabla 9: Determinación de la dotación de extintores portátiles en sectores de incendio con carga de fuego aportada por combustible de clase A**

Grado de riesgo intrínseco del sector de incendio	Eficacia mínima del extintor	Área máxima protegida del sector de incendio
Bajo	21A	Hasta 600 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso).
Medio	21A	Hasta 400 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso).
Alto	34A	Hasta 300 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso).

Los extintores se colocarán en un lugar en el que sean fácilmente visibles y accesibles, y en las zonas del sector donde sea más probable la formación de un incendio. El máximo recorrido horizontal desde cualquier sector o de incendio hasta el extintor será de 15 m.

Se colocarán extintores portátiles en todas las áreas de incendio de los establecimientos industriales (de tipo D), excepto en las áreas cuyo nivel de riesgo sea bajo 1.

La ubicación que dispondrá los extintores contra incendios en las diferentes zonas del proyecto, vendrá reflejada en los planos de sistema contra incendios.

## F. Sistema de bocas de incendios equipadas

Un sistema de bocas de incendios equipadas (BIE) se trata de un equipo completo de material contra incendios fijos anclados a la pared y conectados a la red de abastecimiento de agua. Incluye todos los elementos necesarios para su uso: manguera, devanadera, válvula y lanza boquilla.

Su instalación viene determinada por la configuración, el nivel de riesgo intrínseco y el área del sector u área de incendio.

**Tabla 10: Necesidades de sistemas de boca de incendio equipadas (BIE) en cada edificio**

Edificio	Configuración	Riesgo	Área (m <sup>2</sup> )	Superficie máxima (m <sup>2</sup> )	Instalación obligatoria
<b>A. estruc</b>	C	Medio (5)	640	1.000	NO
<b>N. mad</b>	D	Bajo (1)	1.100	Sin limite	NO
<b>I. verm</b>	C	Bajo (1)	2.016	Sin límite	NO
<b>A. prod</b>	C	Bajo (1)	510	Sin límite	NO

La normativa indica que, se instalarán sistemas de bocas de incendio equipadas en los sectores de incendio de los establecimientos industriales si:

- Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1.000 m<sup>2</sup> o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 500 m<sup>2</sup> o superior.
- Son establecimientos de configuraciones de tipo D o E, su nivel de riesgo intrínseco es alto y la superficie ocupada es de 5.000 m<sup>2</sup> o superior.”

Por lo tanto, no será necesaria la instalación de BIEs en el exterior de ninguno de los edificios.

### **G. Sistema de columna seca**

La normativa exige la instalación de sistemas de columna seca en los establecimientos industriales si son de riesgo intrínseco medio o alto y su altura de evacuación es de 15 m o superior.

Debido a que la altura máxima no alcanzará dicho valor, no será necesaria su instalación.

## H. Sistema de rociadores automáticos de agua

Los sistemas de rociadores automáticos de agua dependen del tipo de edificio y su nivel de riesgo intrínseco, de la configuración de los edificios y del nivel de riesgo intrínseco de cada una de ellas.

**Tabla 11: Necesidades de instalación de sistema de rociadores automáticos en edificios**

Edificio	Configuración	Riesgo intrínseco	Función	Área (m <sup>2</sup> )	Superficie máxima (m <sup>2</sup> )	Instalación obligatoria
<b>A. estruc</b>	C	Medio (5)	Almacenaje	640	2.000	NO
<b>N. mad</b>	D	Bajo (1)	Producción	1.100	Sin límite	NO
<b>I. verm</b>	C	Bajo (1)	Producción	2.016	Sin límite	NO
<b>A. prod</b>	C	Bajo (1)	Almacenaje	510	Sin límite	NO

Para la instalación de sistemas de rociadores automáticos de agua, se diferencia entre sectores dedicados a la producción o al almacenamiento. De este modo, será necesaria su instalación en:

- Actividades de producción:
  - Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 3500 m<sup>2</sup> o superior.
  - Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 2000 m<sup>2</sup> o superior
- Actividades de almacenamiento:
  - Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 2000 m<sup>2</sup> o superior.
  - Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1000 m<sup>2</sup> o superior

Por lo tanto, no será necesaria la instalación de sistemas rociadores de agua en ninguno de los edificios.

### I. Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión en los edificios

La eliminación de los humos y gases de la combustión, y, con ellos, del calor generado, de los espacios ocupados por sectores de incendio de establecimientos industriales debe realizarse de acuerdo con la tipología del edificio en relación con las características que determinan el movimiento del humo.

La determinación de las necesidades de su instalación depende de su superficie, la actividad a que está dedicada el edificio y su riesgo intrínseco:

**Tabla 12: Necesidades de sistemas de evacuación de humos en edificios**

Edificio	Tipo	Riesgo intrínseco	Función	Área (m <sup>2</sup> )	Superficie máxima (m <sup>2</sup> )	Instalación obligatoria
A. estruc	C	Medio (5)	Almacén	640	1.000	NO
A. prod	C	Bajo (1)	Almacén	544	Sin límite	NO

Debido a que las naves de producción son abiertas, no necesitarán de estos sistemas, solo siendo necesarios en los almacenes. Así, deberán disponer de sistemas de evacuación de humos:

- Sectores con actividades de almacenamiento:
  - De riesgo intrínseco medio y superficie construida  $\geq 1.000 \text{ m}^2$
  - De riesgo intrínseco alto y superficie construida  $\geq 800 \text{ m}^2$

No será necesaria la instalación de sistemas de ventilación en los almacenes, ya que no alcanzan los requisitos mínimos exigidos.

## J. Sistema de alumbrado de emergencia

Contarán con una instalación de alumbrado de emergencia de las vías de evacuación los sectores de incendio de los edificios industriales cuando el riesgo intrínseco sea medio o alto.

Por lo tanto, las necesidades de alumbrado de emergencia son las siguientes, para cada uno de los edificios:

**Tabla 13: Necesidad de instalación de alumbrado de emergencia en edificios**

Edificio	Configuración	Riesgo intrínseco	Instalación obligatoria
A. estruc	C	Medio (5)	NO
N. mad	D	Bajo (1)	NO
I. verm	D	Bajo (1)	NO
A. prod	C	Bajo (1)	NO

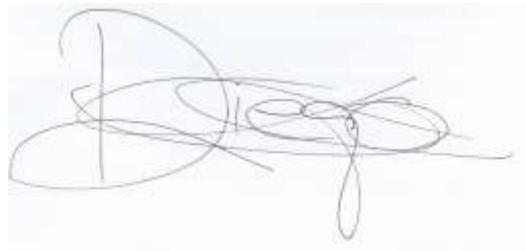
Será necesaria su instalación cuando el riesgo sea medio o alto. A pesar de ello, y como método de seguridad, se instalarán luces de emergencia en ambos almacenes, al ser edificios cerrados. Todo ello queda explicado en el Anexo VII.IV referente a la “*Instalación eléctrica*”.

## 5. CONSIDERACIONES FINALES

Debe tenerse en cuenta que todos los cálculos realizados para las naves de maduración y los invernaderos de vermicompostaje, se han llevado a cabo para uno de los mismos. Como se han proyectado edificios gemelos en ambos casos, los valores obtenidos serán similares para ellos.

Aunque se han calificado todos los edificios con riesgo medio o bajo, deberán extremarse las precauciones, especialmente las de combustión espontánea por ascensos de temperatura del compost. Se deberá mantener en unos rangos de humedad adecuados, que impida que se forme polvo en la atmósfera, incrementando los riesgos de fuego.

Palencia, a 14 de Julio de 2020



---

Fdo: Diego Conde Cid

Alumno del Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

**MEMORIA**

**ANEXO XIII: ESTUDIO ECONÓMICO**



## ÍNDICE ANEJO XIII

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. CRITERIOS DE RENTABILIDAD</b>	<b>1</b>
<b>3. DESCRIPCIÓN DE LA INVERSIÓN</b>	<b>2</b>
<b>4. COBROS</b>	<b>3</b>
4.1. Cobros ordinarios	4
4.2. Cobros extraordinarios	5
<b>5. PAGOS</b>	<b>7</b>
5.1. Pagos ordinarios	7
5.2. Pagos extraordinarios	11
<b>6. TASA DE ACTUALIZACIÓN</b>	<b>12</b>
<b>7. INCREMENTOS DE FLUJO</b>	<b>13</b>
<b>8. SUPUESTOS DE FINANCIACIÓN</b>	<b>13</b>
8.1. Financiación propia	14
8.2. Financiación mixta	17
<b>9. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD</b>	<b>20</b>
9.1. Financiación propia	20
9.2. Financiación mixta	22
<b>10. CONCLUSIONES</b>	<b>23</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Tabla resumen de cobros ordinarios anuales</i>	4
<i>Tabla 2: Tabla resumen de cobros extraordinarios</i>	6
<i>Tabla 3: Costes de adquisición de materiales</i>	8
<i>Tabla 4: Desglose de los costos del sueldo de un trabajador</i>	9
<i>Tabla 5: Cuadro resumen de pagos ordinarios</i>	11
<i>Tabla 6: Cuadro resumen de pagos extraordinarios</i>	12
<i>Tabla 7: Índice de precios al consumo (2002-2018) (Fte: INE, 2019)</i>	13
<i>Tabla 8: Flujos de caja considerando financiación propia</i>	14
<i>Tabla 9: Indicadores de rentabilidad con financiación propia</i>	14
<i>Tabla 10: Flujos de caja considerando financiación mixta</i>	17
<i>Tabla 11: Indicadores de rentabilidad con financiación mixta</i>	18
<i>Tabla 12: TIR y VAN con sus claves, con financiación propia</i>	21
<i>Tabla 13: TIR y VAN con sus claves, con financiación mixta</i>	22
<i>Tabla 14: Indicadores de rentabilidad del proyecto</i>	24

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1: Relación VAN y tasa de actualización, considerando financiación propia</i>	16
<i>Gráfico 2: Variación de los flujos anuales, considerando financiación propia</i>	16
<i>Gráfico 3: Relación VAN y tasa de actualización, considerando financiación mixta</i>	19
<i>Gráfico 4: Variación de los flujos anuales, considerando financiación mixta</i>	19

*Gráfico 5: Resultados del Árbol de sensibilidad con financiación propia* \_\_\_\_\_ 21

*Gráfico 6: Resultados del Árbol de sensibilidad con financiación mixta* \_\_\_\_\_ 22

## 1. INTRODUCCIÓN

Con Estudio Económico se pretende analizar la rentabilidad de la inversión realizada para la consecución del presente proyecto. Para ello se deben tener en cuenta los parámetros que definen una inversión:

- **Pago de la inversión (K):** Es el número de unidades monetarias que el inversor debe desembolsar para conseguir que el proyecto empiece a funcionar como tal.
- **Vida útil de proyecto (n):** Es el número de años estimados durante los cuales la inversión genera rendimientos.
- **Flujo de caja (Ri):** Resultados de efectuar la diferencia entre cobros y pagos, ya sean estos ordinarios o extraordinarios, en cada uno de los años de la vida del proyecto.

Las características del proyecto son:

- Vida útil de la obra civil y de las instalaciones: 20 años
- Valor residual de la obra civil y de las instalaciones: 10% del valor inicial
- Vida útil de la maquinaria: 10 años
- Valor residual de la maquinaria: 10% del valor inicial
- Pago de la inversión sin fraccionar, en el primer año y con fondos propios. Los cobros y pagos de un año se realizan en el instante final del año.

## 2. CRITERIOS DE RENTABILIDAD

Los criterios de rentabilidad son los parámetros utilizados para la valoración de una manera objetiva la viabilidad del estudio económico de un proyecto. Estos parámetros son los siguientes:

- **Valor actual neto (VAN):** indica la ganancia o la rentabilidad neta generada por el proyecto. Se puede describir como la diferencia entre lo que el inversor dedica a la inversión (K) y lo que la inversión devuelve al inversor (RI). Cuando un proyecto tiene un VAN mayor que cero, se dice que para el interés elegido (i) el proyecto resulta viable desde el punto de vista financiero. Se calcula mediante la expresión:

$$VAN = -K + R_i \cdot \frac{(1+i)^n - 1}{i \cdot (1+i)^n}$$

- **Relación beneficio / inversión (Q):** mide el cociente entre el VAN y la inversión realizada (K), es decir, indica la ganancia neta generada por el proyecto por cada unidad monetaria invertida. Cuanto mayor sea este valor, más favorable será la rentabilidad de la inversión.

$$Q = \frac{VAN}{K}$$

- **Plazo de recuperación: (Pay Back)** el número de años que deben transcurrir entre el inicio del proyecto, hasta que la suma de los cobros actualizados se hace exactamente igual a la suma de los pagos actualizados. La inversión es más interesante cuanto más reducido sea su plazo de recuperación.
- **Tasa interna de rendimiento (TIR):** el tipo de interés al cual el VAN se hace nulo. Para que la inversión sea rentable, este valor debe de ser mayor al tipo de interés del mercado ( $\lambda > i$ ).
- **Análisis de sensibilidad:** es un tipo de técnica que se utiliza para poder estudiar posibles variaciones de los elementos que determinan una inversión (TIR, VAN, etc.). Se aplica para poder determinar un orden de preferencia entre varios tipos de inversiones.

### 3. DESCRIPCIÓN DE LA INVERSIÓN

Para considerar la inversión inicial del proyecto se tendrá en cuenta el coste de la realización de las edificaciones e infraestructuras, la adquisición de la maquinaria requerida, además de los honorarios de diverso tipo (realización del proyecto, dirección de obra, estudio de seguridad y salud y coordinador de seguridad y salud). Los costes iniciales de realización del proyecto con IVA serán los siguientes:

CONCEPTO	IMPORTE (€)
<b>1. Acondicionamiento del terreno</b>	18.016,53
<b>2. Cimentaciones</b>	335.354,82
<b>3. Estructuras</b>	239.883,25
<b>4. Albañilería</b>	85.989,34
<b>5. Cubiertas</b>	51.835,59
<b>6. Instalaciones</b>	132.670,16
<b>6.1. Eléctricas</b>	31.254,36
<b>6.2. Riego</b>	15.965,75
<b>6.3. Saneamiento</b>	46.756,40
<b>6.4. Iluminación</b>	16.919,04

<b>6.5. Vermicompostaje</b>	19.924,88
<b>6.6. Contra incendios</b>	1.849,73
<b>7. Gestión de residuos</b>	47.762,80
<b>8. Seguridad y salud</b>	1.937,22
<b>9. Maquinaria</b>	355.350,00
<b>10. Cerrajería</b>	53.920,55
<b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>	<b>1.322.720,26</b>
<b>16% gastos generales</b>	211.635,24
<b>6% beneficio industrial</b>	79.363,21
<b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEM + CG + BI)</b>	1.613.718,72
<b>Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEM + CG + BI)</b>	1.952.599,64
<b>Honorarios por redacción del proyecto (2% PEM)</b>	26.454,40
<b>21% IVA</b>	5.555,42
	<b>TOTAL</b> 32.009,83
<b>Honorarios dirección de obra (2% PEM)</b>	26.454,40
<b>21% IVA</b>	5.555,42
	<b>TOTAL</b> 32.009,83
<b>Estudio de Seguridad y Salud (1% PEM)</b>	13.227,20
<b>IVA (21%)</b>	2.777,71
	<b>TOTAL</b> 16.004,91
<b>Coordinación de Seguridad y Salud (1% PEM)</b>	13.227,20
<b>IVA (21%)</b>	2.777,71
	<b>TOTAL</b> 16.004,91
	<b>PRESUPUESTO TOTAL</b> 2.048.629,13
	<b>PRESUPUESTO TOTAL (sin IVA)</b> 1.693.081,93

Para la evaluación económica se va a tener en cuenta la vida útil del proyecto, que se estima en 20 años para las instalaciones y en 10 para la maquinaria.

#### 4. COBROS

Como cobros o ingresos se consideran aquellos productos o materiales que son vendidos al exterior. Se diferencia entre los cobros ordinarios (la venta de producto final) y los cobros extraordinarios (venta de equipos o maquinaria tras finalizar su vida útil).

#### 4.1. Cobros ordinarios

Los cobros ordinarios derivarán de la venta de la producción final del proyecto, que es el compost en dos formatos (sacos de 30 kg y big bag de 1.000 kg), vermicompost en formato de sacos de 30 kg y la biomasa de lombriz en bruto, para la industria alimentaria animal.

Según los datos obtenidos en el estudio de mercado en el “Anexo I”, referentes a precios, y los datos de producción final del “Anexo IV”, los cobros ordinarios serán los siguientes:

**Tabla 1: Tabla resumen de cobros ordinarios anuales**

	<b>Producto</b>	<b>Producción (t/año)</b>	<b>Precio (€/t)</b>	<b>Cobro (€)</b>
<b>Año 1</b>	Compost sacos	290	100	29.000
	Compost big-bag	290	50	14.500
	Vermicompost	572	200	114.400
	Lombriz	22	2.000	44.000
	<b>TOTAL</b>			<b>201.900</b>
<b>Máxima producción</b>	Compost sacos	650	100	65.000
	Compost big-bag	650	50	32.500
	Vermicompost	1.144	200	228.800
	Lombriz	85,5	2.000	171.033
	<b>TOTAL</b>			<b>497.333</b>

Se diferencia entre el primer año, en el que la producción de compost y vermicompost será solo de la mitad del total, ya que el tiempo necesario para su

obtención son necesarios aproximadamente 6 meses, y el resto de años, en los que la producción se puede considerar ya máxima. En el caso de las lombrices, los excedentes obtenidos en el primer ciclo se emplearán para la inoculación de las nuevas literas, por lo que se considera una producción final, durante el primer año, de una cuarta parte del total.

#### 4.2. Cobros extraordinarios

Los cobros extraordinarios derivan de la venta de los inmovilizados tras su vida útil, y son iguales al valor residual. El valor de cada uno de ellos al final de su vida útil se determina de la siguiente manera:

- **$V_0$** : valor inicial del inmovilizado (€).
- **$V_r$** : valor residual del inmovilizado, que se considera como un 10 % del valor inicial o de adquisición (€).
- **$n$** : vida útil del inmovilizado (años).

**Tabla 2: Tabla resumen de cobros extraordinarios**

<b>Equipo</b>	<b>V<sub>0</sub> (€)</b>	<b>n (años)</b>	<b>V<sub>r</sub> (€)</b>
<b>Tractor (95 CV)</b>	80.000	10	8.000
<b>Tractor frutero</b>	51.500	10	5.150
<b>Criba</b>	71.850	10	7.185
<b>Ensacadora</b>	18.500	10	1.850
<b>Tolva ensacadora</b>	15.000	10	1.500
<b>Cazo</b>	8.500	10	850
<b>Horquilla mecánica</b>	10.000	10	1.000
<b>Mezcladora</b>	45.000	10	4.500
<b>Volteadora</b>	55.000	10	5.500
<b>TOTAL</b>		10	35.861

Por lo tanto, al décimo año de explotación deberá hacerse la venta de estos equipos y la compra de los mismos en el mismo año. Se ha considerado la renovación de la maquinaria en el año 10.

También se considera como cobro extraordinario en el último año de vida de la explotación la venta de las infraestructuras por su valor residual, estimado en el 10% de su valor inicial.

Por lo tanto, en el año 20 se recibirán unos cobros extraordinarios de la venta de las infraestructuras y de la maquinaria.

## 5. PAGOS

En cuanto a los pagos, se diferencia también entre aquellos ordinarios y los extraordinarios.

### 5.1. Pagos ordinarios

Los pagos ordinarios son aquellos originados por la propia actividad de la industria y que se producen de manera constante a lo largo de toda la vida útil de la explotación. Se considerará que anualmente se tendrán unos pagos ordinarios de 249.377 €, divididos en los siguientes pagos: compra de materiales, mano de obra, análisis de laboratorio, combustible, costes de mantenimiento, consumo eléctrico y seguros.

Debe considerarse que otros gastos, como los de telecomunicaciones (teléfono e internet), material de oficina y gestiones administrativas será cubierta por la Granja Potosí, ya que se desarrollará en sus instalaciones.

#### A. Compra de materiales

Uno de los materiales necesarios para el proceso de compostaje que será necesario comprar es el estructurante. El material seleccionado ha sido la paja, como se puede ver detalladamente en el Anejo III referente a "Estudio de Alternativas".

Anualmente será necesaria la compra de 850 t de paja, que se comprará cuando su precio sea más asequible. Por ello, el almacén de estructurante tendrá una capacidad de acumulación de paja para 4 meses de trabajo.

A partir de datos obtenidos en varias lonjas de Castilla y León y a lo largo de todo el año, un precio medio de adquisición de dicho producto ronda los 57 €/t, que será el valor empleado para su estimación. Por lo tanto, los gastos anuales de este material ascenderán a 48.450 €.

El segundo de los materiales necesarios, no para el proceso, pero si para la comercialización, es la compra de sacos para su presentación final. A partir de los datos obtenidos en el Anejo IV "*Ingeniería del proceso*" serán necesarios aproximadamente 60.000 sacos de 30 kg para el empaquetado del vermicompost y parte del compost y 650 big-bags para la parte restante del compost. Se consideran unos precios orientativos para la compra de cada uno de ellos de 0,15 y 3 €, respectivamente.

Por lo tanto, el coste final de su compra será 9.000 € para la adquisición de sacos y 1.950 € para la obtención de los big-bags.

**Tabla 3: Costes de adquisición de materiales**

<b>Material</b>	<b>Precio unitario (€)</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio total (€)</b>
Paja	57	850	48.450
Sacos	0,15	60.000	9.000
Big-bags	3	650	1.950
<b>TOTAL</b>			<b>59.400</b>

### **B. Mano de obra**

El proceso productivo necesitará de la dedicación de dos empleados. Aunque el sueldo mínimo interprofesional (SMI) es de 950 €, se considera el pago de un sueldo de 1.000 €/mes.

Para el cálculo de los costes del sueldo deben considerarse todas las partidas que se incluyen dentro del mismo.

**Tabla 4: Desglose de los costos del sueldo de un trabajador**

CONCEPTO	PORCENTAJE (%)	VALOR (€)
Sueldo	49,5	1.000,00
Contingencias	23,6	476,80
Prestaciones desempleo	5,5	111,10
Enfermedad profesional	3,5	70,70
Formación profesional	0,6	12,10
FOGASA	0,2	4,00
IRPF	10,75	217,20
Seguridad Social	6,35	128,30
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>2.020,20</b>

Debe considerarse que este valor está calculado para cada uno de los empleados. Como será necesaria la contratación de dos empleados, los gastos anuales derivados de este concepto serán de 56.565,50 €.

### C. Análisis de laboratorio

La normativa obliga a un seguimiento y control del material compostado. Por ello será necesario el análisis de los subproductos iniciales y del producto final.

Se considera que se tomarán muestras del material fresco tras finalizar la fase de fermentación y muestras tras finalizar la fase de maduración y de vermicompostaje. Además de muestras ocasionales del estiércol y la paja.

Semanalmente saldrá material fresco de fermentación y producto final (compost o vermicompost). Se tomarán muestras de las mismas, que se enviarán para su análisis en un laboratorio externo.

A partir de precios observados en el mercado, se supone que el precio de cada uno de los análisis es de 75 €. Por motivos de seguridad se considerará que los análisis semanales serán 4, ya que en ocasiones será necesario analizar otros materiales.

De este modo, los costes derivados de los análisis ascenderán a 15.600 € anuales.

#### **D. Combustible**

Para la estimación de los costes de combustible se considera un consumo medio de cada uno de los equipos de 10 l/h. Se sumarán los consumos de ambos tractores y de la cribadora.

Se estiman un total de 68 h/sem de trabajo con los 3 equipos, como se explica de forma detallada en el Anejo IV de "Ingeniería del proceso". Por lo tanto, el consumo total será de 680 l/sem.

Considerando un precio aproximado del gasóleo B en Castilla y León de 0,925 €/l los costes anuales totales son de 32.708 €/año.

#### **E. Mantenimiento**

Se diferencia entre el mantenimiento requerido por las infraestructuras y el de los equipos.

Para el cálculo de lo primero, se estiman unos costes de mantenimiento del 1,5% del valor inicial. Por lo tanto, los gastos anuales serán de 25.396 €. Dentro de este se incluye la renovación de las cubiertas de los invernaderos, que se harán cada 2 o 3 años, según el estado de las mismas.

En cuanto a los costes derivados del mantenimiento de la maquinaria se tasan en un 3,5% de su valor presupuesto. Considerando los costes iniciales de los equipos, el mantenimiento tendrá unos gastos de 12.551 €/año.

Por lo tanto, los costes derivados del mantenimiento ascienden a un total de 37.947 €.

#### **F. Consumo eléctrico**

Los gastos derivados del consumo eléctrico derivados del proceso productivo se han estimado en el Anejo VII.IV "*Instalación eléctrica*" y asciendo a un valor de 6.050 €/año.

### G. Seguros

Para el cálculo de los costes de los seguros, se estima que representan un 2% anual del presupuesto inicial, siendo este de 33.682 €/año.

### H. Total de pagos ordinarios

De esta forma, el total de los gastos ordinarios anuales, quedan resumidos en la siguiente tabla. Se ha considerado un incremento del 10% del valor total, como método de seguridad.

**Tabla 5: Cuadro resumen de pagos ordinarios**

CONCEPTO	VALOR (€/año)
Materiales	59.400
Mano de obra	56.566
Análisis	15.600
Combustible	32.708
Mantenimiento	37.947
Electricidad	6.050
Seguros	33.862
<b>TOTAL</b>	<b>242.073</b>

### 5.2. Pagos extraordinarios

Los pagos extraordinarios se deben principalmente a los costes de renovación de la maquinaria al final de su vida útil, que se ha fijado en los 10 años. Por lo tanto, en el décimo año, será necesaria la adquisición de nuevos equipos, con los costes asociados.

**Tabla 6: Cuadro resumen de pagos extraordinarios**

<b>Equipo</b>	<b>V<sub>0</sub> (€)</b>	<b>Compra (año)</b>
<b>Tractor (95 CV)</b>	80.000	10
<b>Tractor frutero</b>	51.500	10
<b>Criba</b>	71.850	10
<b>Ensacadora</b>	18.500	10
<b>Tolva ensacadora</b>	15.000	10
<b>Cazo</b>	8.500	10
<b>Horquilla mecánica</b>	10.000	10
<b>Mezcladora</b>	45.000	10
<b>Volteadora</b>	55.000	10
<b>TOTAL</b>	355.350	10

En este apartado debe incluirse también el pago inicial de la compra de la parcela donde se va a llevar a cabo la obra. Para su cálculo se va a emplear el precio de la tierra obtenido de la Encuesta de Precios de la Tierra publicada por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). Este, fija un valor de 6.227 €/ha. Considerando una superficie de 6,59 ha, el precio de la compra será de 41.000 €.

## 6. TASA DE ACTUALIZACIÓN

Para el cálculo de los criterios de rentabilidad se van a tener en cuenta una serie de factores: la inflación, la tasa de incremento de cobros, la tasa de incremento de pagos, la tasa mínima de actualización y el tanto por ciento de incremento de dicha tasa.

La tasa de inflación se calcula a partir de los datos del IPC, proporcionados por el INE. La variación media anual del IPC de Castilla y León entre los años 2002 y 2018 es del 2,00%.

**Tabla 7: Índice de precios al consumo (2002-2018) (Fte: INE, 2019)**

Año	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010
INF	1,7	2,1	-0,4	-0,9	-0,2	1,5	2,8	3,5	1,9
Año	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	Media
INF	-0,7	4,2	2,8	3,6	3,3	2,8	2,7	3,5	<b>2,0</b>

Se va a considerar una tasa de incremento de cobros del 1,86% y una tasa de incremento de pagos del 2,24%. Estos valores se obtienen a partir del índice promedio interanual de los precios percibidos y pagados por los agricultores en España entre los años 2000 y 2017, cuyos datos los elabora anualmente el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

La tasa de actualización con la que se calcularán los índices será del 6%, ya que el tipo de interés medio de las obligaciones del Estado a medio plazo de los últimos 15 años es del 4% y como el proyecto tiene una tasa superior de riesgo se opta por sumar 2 puntos y redondear hasta una tasa del 6%.

## 7. INCREMENTOS DE FLUJO

Los incrementos de flujo corresponden con los cobros o pagos que se tienen cada año antes de ejecutar el proyecto. En el caso correspondiente al presente proyecto, el incremento de flujo inicial corresponde a la venta del estiércol cunícola a un agricultor local, que lo aplica en sus tierras. El pago que dicho comprador realiza es el 10.000 €/año.

## 8. SUPUESTOS DE FINANCIACIÓN

Para el análisis de sensibilidad de la inversión se considerarán dos supuestos: por una parte, mediante financiación propia, o lo que es lo mismo, que el promotor asumirá todos los gastos de la inversión inicial, o mediante financiación mixta, a través de la solicitud de un préstamo bancario que cubra una parte del montante total.

## 8.1. Financiación propia

Considerando que el proyecto se lleve a cabo mediante financiación del propio promotor, corriendo él mismo con todos los gastos, los resultados obtenidos son los siguientes.

En la siguiente tabla se pueden observar los pagos y los cobros, tanto ordinarios como extraordinarios, así como los flujos de caja generados a lo largo de la vida del proyecto, considerando financiación propia.

**Tabla 8: Flujos de caja considerando financiación propia**

Año	COBROS		PAGOS (Incluida inversión)		FLUJOS		INCREMENTO
	Ordinarios	Extraordin.	Ordinarios	Extraordin.	Final	Inicial	DE FLUJO
0				1.734.081,93			
1	253.291,93		247.495,34		5.796,59	10.186,00	-4.389,41
2	516.006,33		253.039,24		262.967,09	10.375,46	252.591,63
3	525.604,05		258.707,32		266.896,73	10.568,44	256.328,29
4	535.380,28		264.502,36		270.877,92	10.765,02	260.112,91
5	545.338,36		270.427,21		274.911,14	10.965,25	263.945,90
6	555.481,65		276.484,78		278.996,87	11.169,20	267.827,67
7	565.813,61		282.678,04		283.135,57	11.376,95	271.758,62
8	576.337,74		289.010,03		287.327,71	11.588,56	275.739,15
9	587.057,62		295.483,86		291.573,77	11.804,10	279.769,66
10	597.976,89	43.118,17	302.102,69	447.540,16	-108.547,79	12.023,66	-120.571,45
11	609.099,27		308.869,79		300.229,47	12.247,30	287.982,17
12	620.428,51		315.788,48		304.640,03	12.475,10	292.164,93
13	631.968,48		322.862,14		309.106,34	12.707,14	296.399,20
14	643.723,10		330.094,25		313.628,84	12.943,49	300.685,35
15	655.696,35		337.488,36		318.207,98	13.184,24	305.023,74
16	667.892,30		345.048,10		322.844,20	13.429,47	309.414,73
17	680.315,09		352.777,18		327.537,91	13.679,25	313.858,66
18	692.968,95		360.679,39		332.289,57	13.933,69	318.355,88
19	705.858,18		368.758,61		337.099,57	14.192,85	322.906,72
20	718.987,14	296.610,01	377.018,80		638.578,35	14.456,84	624.121,51

Los indicadores de rentabilidad resultantes de la financiación propia del proyecto se toman considerando una tasa de actualización del 6%, según el tipo de interés del Tesoro Público a 15 años, y son los siguientes:

**Tabla 9: Indicadores de rentabilidad con financiación propia**

Tasa de actualización (%)	Valor actual neto (VAN)	Tiempo de recuperación (años)	Relación Benefic. Invers. (VAN/Inv.)	Tasa de actualización (%)	Valor actual neto (VAN)	Tiempo de recuperación (años)	Relación Benefic. Invers. (VAN/Inv.)

0,50	2.338.170,23	9	1,38	8,00	276.233,58	16	0,16
1,00	2.122.380,29	9	1,25	8,50	198.567,11	17	0,12
1,50	1.922.167,34	10	1,14	9,00	125.465,50	18	0,07
2,00	1.736.223,14	10	1,03	9,50	56.598,20	20	0,03
2,50	1.563.360,45	11	0,92	10,00	-8.338,20	--	0,00
3,00	1.402.500,97	11	0,83	10,50	-69.622,37	--	-0,04
3,50	1.252.664,63	12	0,74	11,00	-127.510,47	--	-0,08
4,00	1.112.959,91	12	0,66	11,50	-182.238,14	--	-0,11
4,50	982.575,29	12	0,58	12,00	-234.022,30	--	-0,14
5,00	860.771,42	13	0,51	12,50	-283.062,77	--	-0,17
5,50	746.874,28	13	0,44	13,00	-329.543,78	--	-0,19
6,00	640.268,86	14	0,38	13,50	-373.635,27	--	-0,22
6,50	540.393,65	14	0,32	14,00	-415.494,15	--	-0,25
7,00	446.735,54	15	0,26	14,50	-455.265,37	--	-0,27
7,50	358.825,31	15	0,21	15,00	-493.082,96	--	-0,29

Se puede observar como para la tasa de actualización anteriormente mencionada, los resultados son:

- VAN = 640.268,86
- Tiempo de recuperación = 14
- Relación Beneficio-inversión = 0,38
- TIR = 9,39%

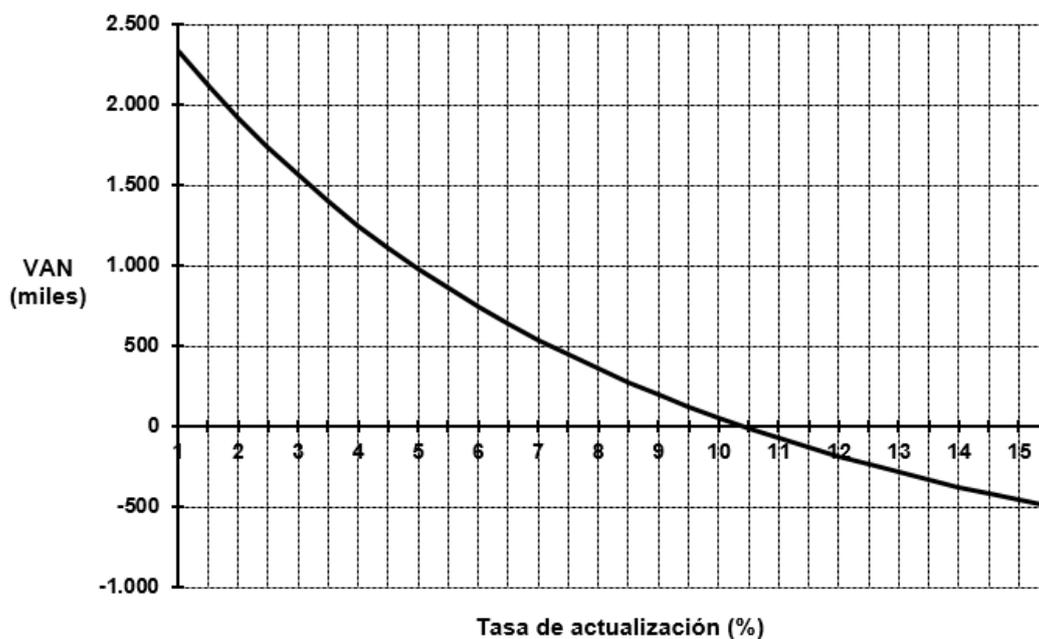


Gráfico 1: Relación VAN y tasa de actualización, considerando financiación propia

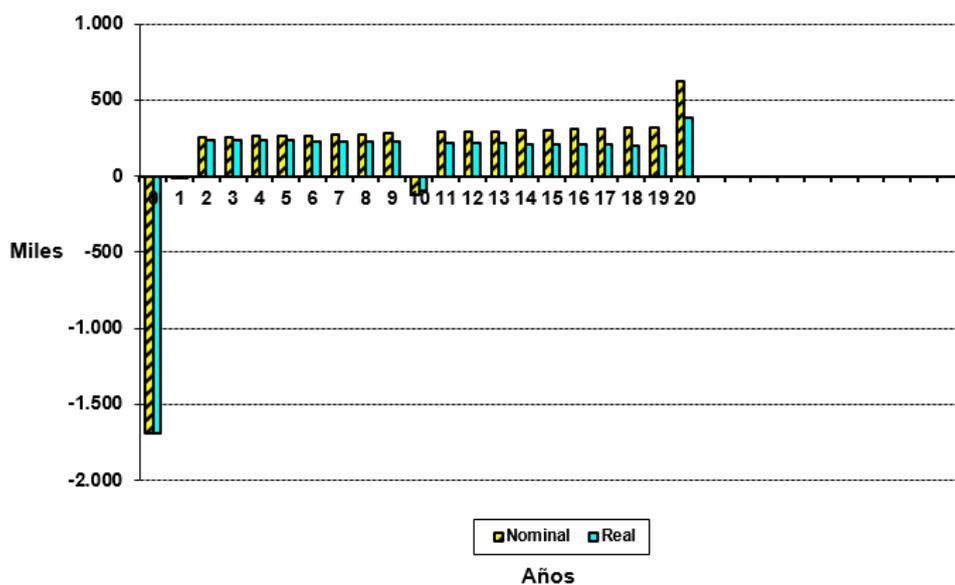


Gráfico 2: Variación de los flujos anuales, considerando financiación propia

## 8.2. Financiación mixta

En este supuesto se considera que el proyecto se lleve a cabo mediante financiación mixta, o lo que es lo mismo, el pago de un parte (60%) mediante un préstamo bancario y el resto de la inversión inicial (40%) corriendo por parte del promotor. El plazo de devolución de la deuda será de 10 años con un 4% de interés.

En la siguiente tabla se pueden observar los pagos y los cobros, tanto ordinarios como extraordinarios, así como los flujos de caja generados a lo largo de la vida del proyecto, considerando financiación propia.

**Tabla 10: Flujos de caja considerando financiación mixta**

Año	COBROS		PAGOS (Incluida inversión)		FLUJOS		INCREMENTO DE FLUJO
	Ordinarios	Extraordin.	Ordinarios	Extraordin.	Final	Inicial	
0		1.015.849,16		1.734.081,93			
1	253.291,93		247.495,34	125.245,00	-119.448,41	10.186,00	-129.634,41
2	516.006,33		253.039,24	125.245,00	137.722,09	10.375,46	127.346,63
3	525.604,05		258.707,32	125.245,00	141.651,73	10.568,44	131.083,29
4	535.380,28		264.502,36	125.245,00	145.632,92	10.765,02	134.867,90
5	545.338,36		270.427,21	125.245,00	149.666,14	10.965,25	138.700,89
6	555.481,65		276.484,78	125.245,00	153.751,86	11.169,20	142.582,66
7	565.813,61		282.678,04	125.245,00	157.890,56	11.376,95	146.513,62
8	576.337,74		289.010,03	125.245,00	162.082,71	11.588,56	150.494,15
9	587.057,62		295.483,86	125.245,00	166.328,77	11.804,10	154.524,66
10	597.976,89	43.118,17	302.102,69	572.785,16	-233.792,79	12.023,66	-245.816,45
11	609.099,27		308.869,79		300.229,47	12.247,30	287.982,17
12	620.428,51		315.788,48		304.640,03	12.475,10	292.164,93
13	631.968,48		322.862,14		309.106,34	12.707,14	296.399,20
14	643.723,10		330.094,25		313.628,84	12.943,49	300.685,35
15	655.696,35		337.488,36		318.207,98	13.184,24	305.023,74
16	667.892,30		345.048,10		322.844,20	13.429,47	309.414,73
17	680.315,09		352.777,18		327.537,91	13.679,25	313.858,66
18	692.968,95		360.679,39		332.289,57	13.933,69	318.355,88
19	705.858,18		368.758,61		337.099,57	14.192,85	322.906,72
20	718.987,14	296.610,01	377.018,80		638.578,35	14.456,84	624.121,51

Los indicadores de rentabilidad resultantes de la financiación propia del proyecto se toman considerando una tasa de actualización del 6%, según el tipo de interés del Tesoro Público a 15 años, y son los siguientes:

**Tabla 11: Indicadores de rentabilidad con financiación mixta**

Tasa de actualización (%)	Valor actual neto (VAN)	Tiempo de recuperación (años)	Relación Benefic. Invers. (VAN/Inv.)	Tasa de actualización (%)	Valor actual neto (VAN)	Tiempo de recuperación (años)	Relación Benefic. Invers. (VAN/Inv.)
0,50	2.258.433,32	9	3,33	8,00	527.767,71	13	0,78
1,00	2.070.953,81	9	3,06	8,50	466.500,64	13	0,69
1,50	1.897.976,50	9	2,80	9,00	409.252,01	13	0,60
2,00	1.738.242,94	10	2,57	9,50	355.714,00	14	0,53
2,50	1.590.613,04	10	2,35	10,00	305.604,89	14	0,45
3,00	1.454.053,16	10	2,15	10,50	258.666,61	15	0,38
3,50	1.327.625,53	10	1,96	11,00	214.662,63	15	0,32
4,00	1.210.478,76	10	1,79	11,50	173.376,01	16	0,26
4,50	1.101.839,34	11	1,63	12,00	134.607,65	16	0,20
5,00	1.001.004,01	12	1,48	12,50	98.174,72	17	0,14
5,50	907.332,95	12	1,34	13,00	63.909,17	18	0,09
6,00	820.243,68	12	1,21	13,50	31.656,50	20	0,05
6,50	739.205,51	12	1,09	14,00	1.274,53	20	0,00
7,00	663.734,63	12	0,98	14,50	-27.367,63	--	-0,04
7,50	593.389,67	13	0,88	15,00	-54.390,60	--	-0,08

Se puede observar como para la tasa de actualización anteriormente mencionada, los resultados son:

- VAN = 820.243,68
- Tiempo de recuperación = 12
- Relación Beneficio-inversión = 1,21
- TIR = 13,45%

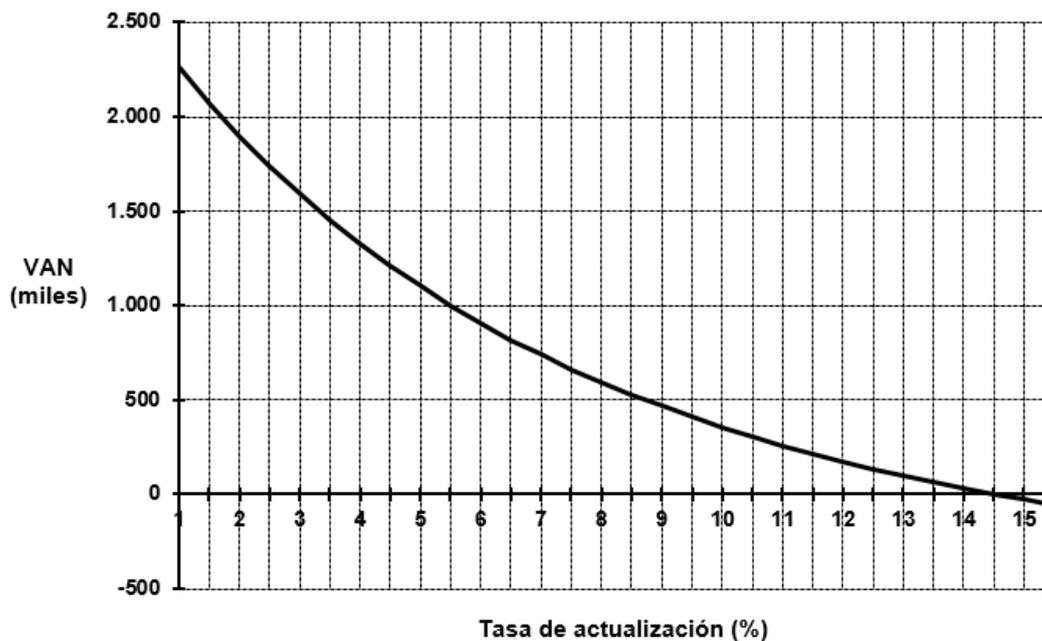


Gráfico 3: Relación VAN y tasa de actualización, considerando financiación mixta

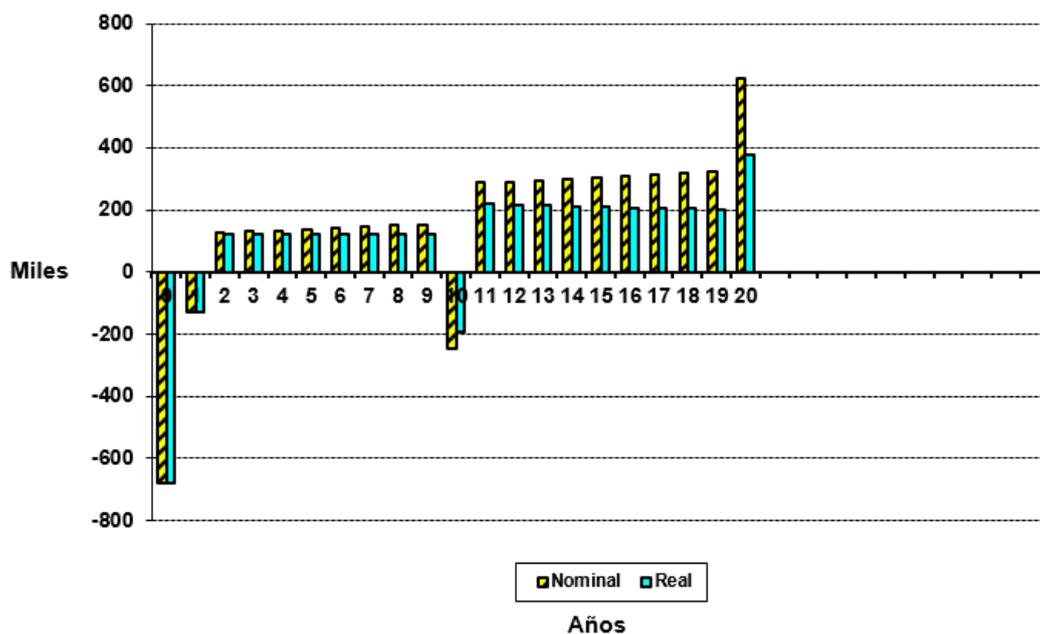


Gráfico 4: Variación de los flujos anuales, considerando financiación mixta

## 9. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

En el análisis de sensibilidad se considera la variación de la productividad y la variación de los costes representativos. A partir de los árboles de sensibilidad se puede obtener cual es la alternativa más favorable.

Las variables consideradas para ambos supuestos de financiación serán las siguientes:

- La variación sobre las cantidades estimadas inicialmente del pago de la inversión será de  $\pm 3$  %.
- La variación sobre las cantidades estimadas inicialmente de los flujos de caja será de  $\pm 6$  %.
- La duración mínima del proyecto será de 18 años.

### 9.1. Financiación propia

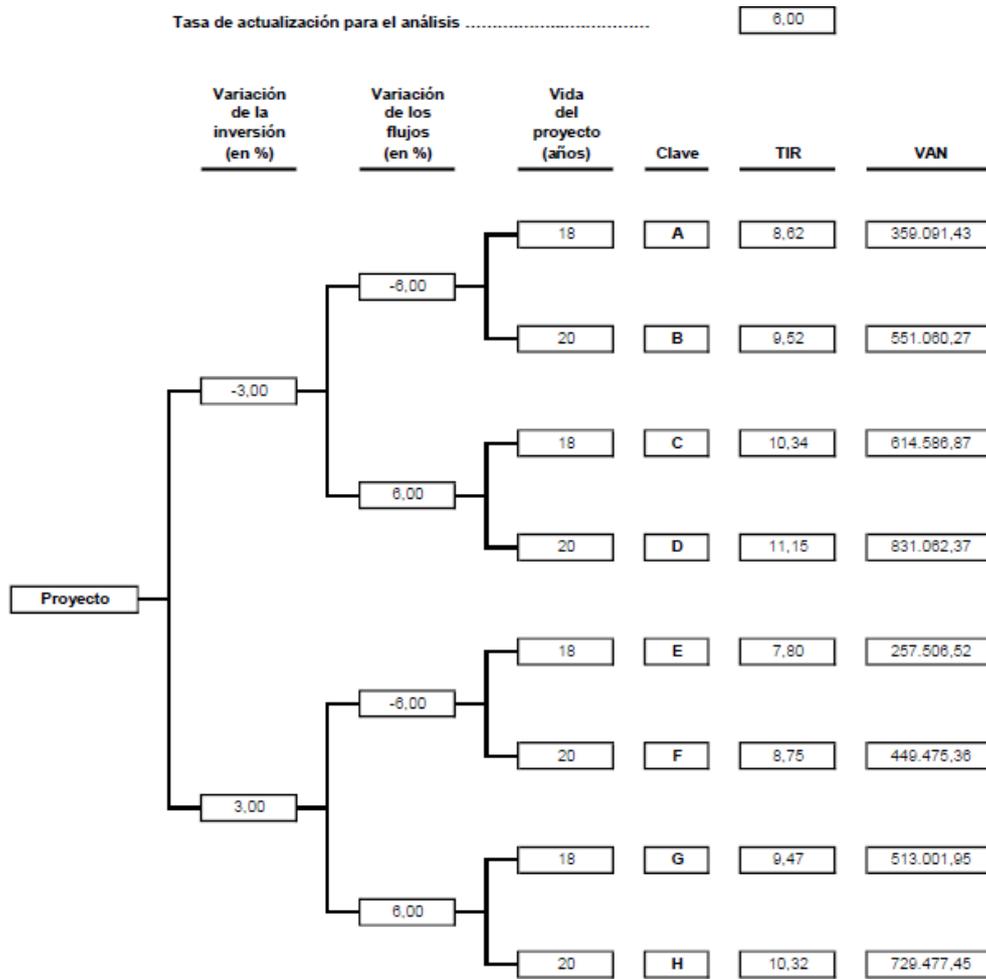


Gráfico 5: Resultados del Árbol de sensibilidad con financiación propia

Tabla 12: TIR y VAN con sus claves, con financiación propia

Clave	TIR	Clave	VAN
D	11,15	D	831.062,37
H	10,34	H	729.477,45
C	10,32	C	614.586,87
B	9,52	B	551.060,27
G	9,47	G	513.001,95
F	8,75	F	449.475,36
A	8,62	A	359.091,43
E	7,80	E	257.506,52

## 9.2. Financiación mixta

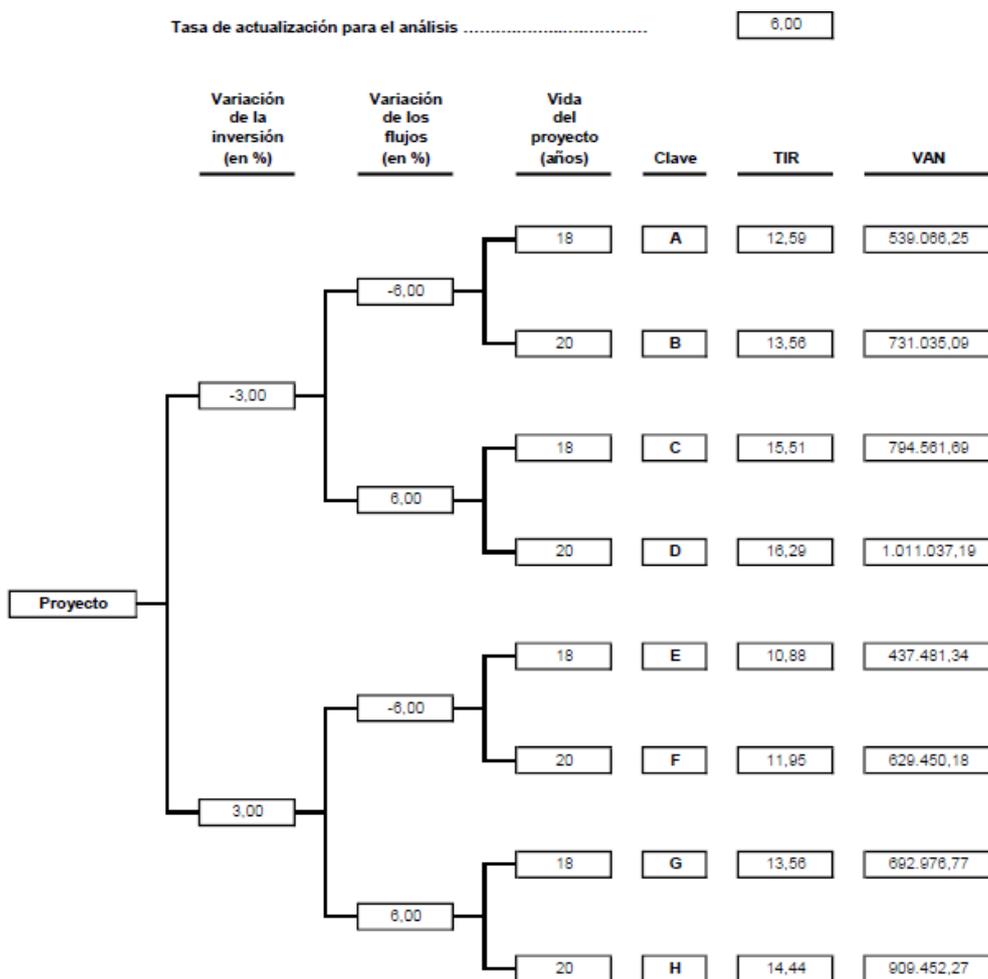


Gráfico 6: Resultados del Árbol de sensibilidad con financiación mixta

Tabla 13: TIR y VAN con sus claves, con financiación mixta

Clave	TIR	Clave	VAN
D	16,29	D	1.011.037,19
H	15,51	H	909.452,27
C	14,44	C	794.561,69
B	13,56	B	731.035,09
G	13,56	G	692.976,77
F	12,59	F	629.450,18
A	11,95	A	539.066,25
E	10,88	E	437.481,34

## 10. CONCLUSIONES

Para el supuesto de financiación propia, la situación más favorable es la D, con una TIR del 11,15% y un VAN de 831.062,37€. Por el contrario, la situación más desfavorable es la E, con una TIR del 7,80% y un VAN de 257.506,52€.

Por lo tanto, en el caso de que se diera cualquiera de las alternativas propuestas, la inversión sería rentable, ya que el TIR es superior al interés que ofrecería un banco por tener allí el dinero invertido.

Para el supuesto de la financiación mixta la situación más favorable es la D, con una TIR del 16,29% y un VAN de 1.011.037,19 €. Por el contrario, la situación más desfavorable es la E, con una TIR del 10,88% y un VAN de 437.481,34€.

Por lo tanto, en el caso de que se diera cualquiera de las alternativas propuestas, la inversión sería rentable, ya que el TIR es superior al interés que ofrecería un banco por tener allí el dinero invertido.

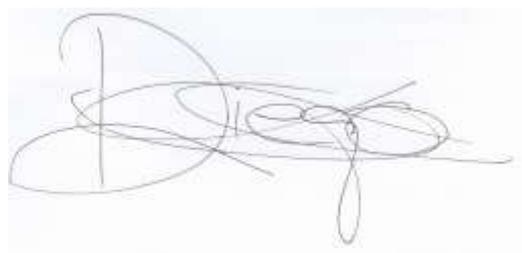
Expuesto todo lo anterior y a partir de lo observado en la Tabla 12, se puede concluir que:

- Todos los supuestos de financiación resultan rentables, tanto mediante financiación propia como mixta, a través de un crédito parcial.
- Los resultados del análisis de sensibilidad muestran que el proyecto es factible incluso en las situaciones más desfavorables (3% en la variación de la inversión, -6% de variación de los flujos y 18 años de vida de proyecto).
- Los indicadores de rentabilidad son más adecuados para el supuesto de la financiación mixta, siendo su TIR y su VAN superiores y el periodo de recuperación menor.

Tabla 14: Indicadores de rentabilidad del proyecto

SUPUESTO	DESCRIPCIÓN	INDICADOR DE RENTABILIDAD	RESULTADO
S.1	Financiación propia (100% promotor)	VAN (€)	640.268,86
		P. recuperación (a)	14
		Q	0,38
		TIR (%)	9,39
S. 2	Financiación mixta (40% promotor / 60% préstamo)	VAN (€)	820.243,68
		P. recuperación (a)	12
		Q	1,21
		TIR (%)	13,45

Palencia, a 14 de Julio de 2020



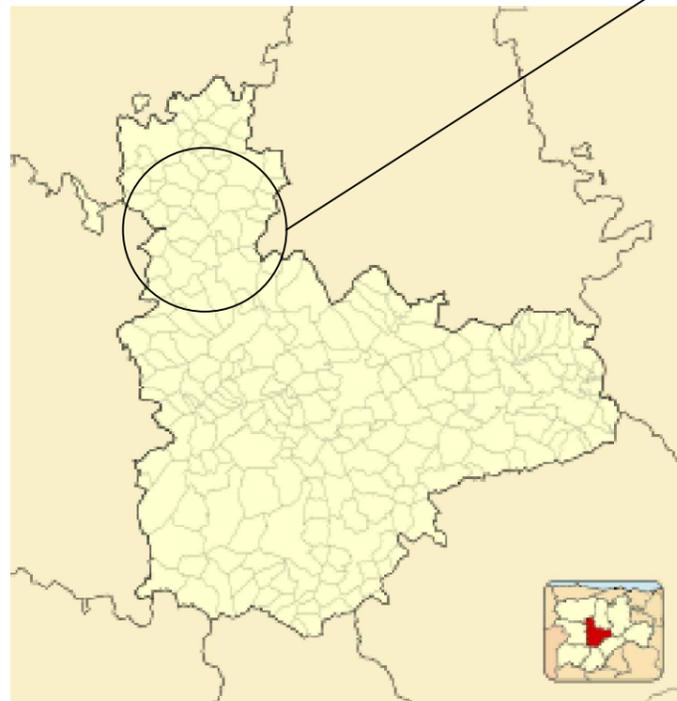
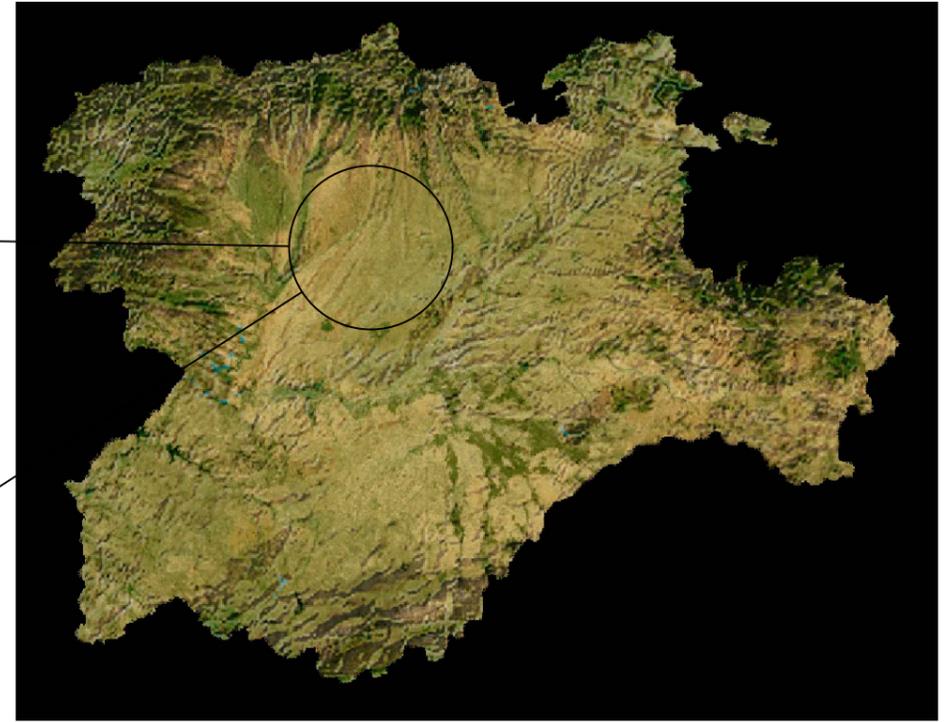
Fdo: Diego Conde Cid

Alumno del Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

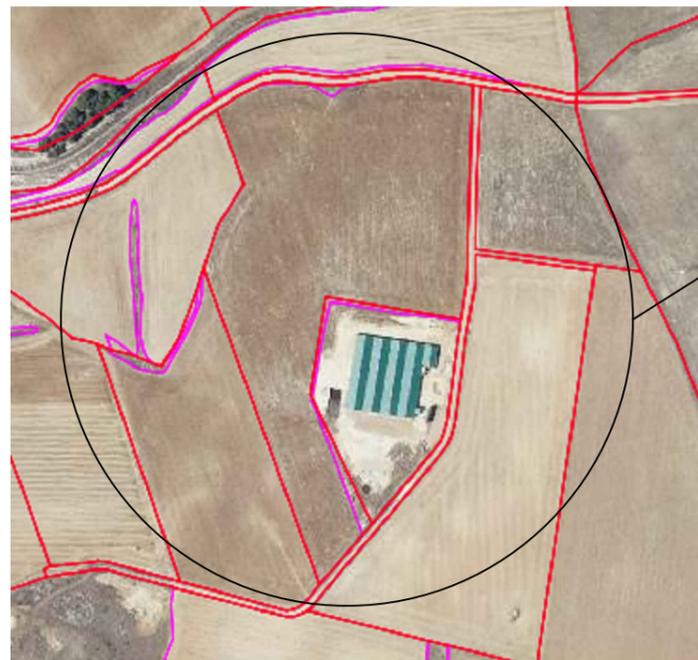
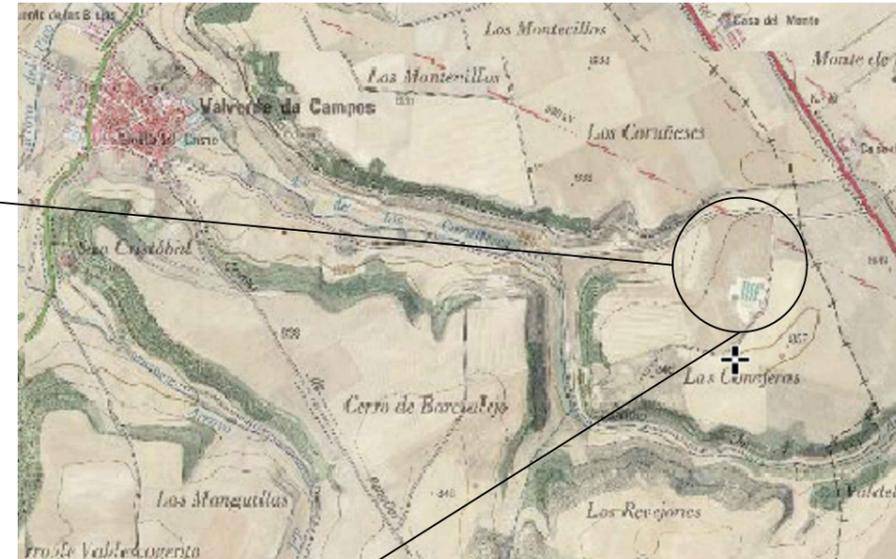
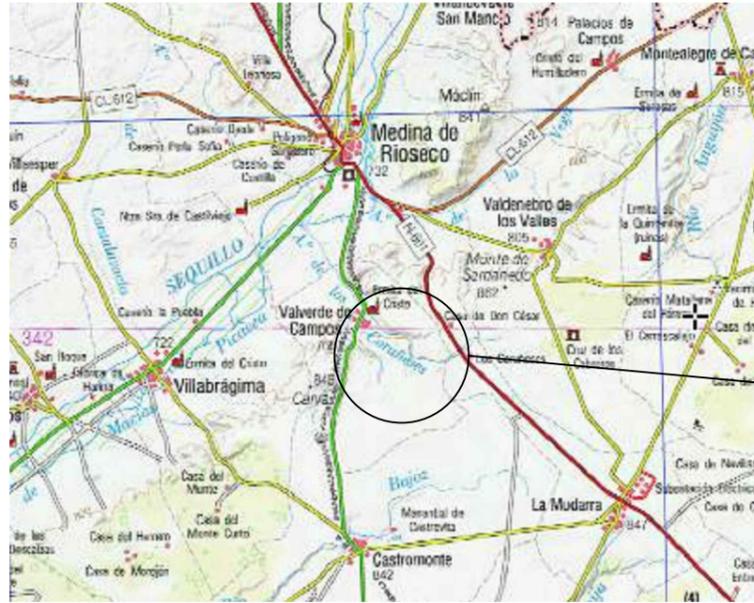
## **DOCUMENTO 2: PLANOS**

# ÍNDICE DE PLANOS

1. PLANO DE SITUACIÓN
2. PLANO DE EMPLAZAMIENTO
3. SITUACIÓN INICIAL
4. SITUACIÓN ACTUAL
5. ESTRUCTURAS TIPO
6. CUBIERTAS
7. PLANTA DE CIMENTACIÓN I
8. PLANTA DE CIMENTACIÓN II
9. DISTRIBUCIÓN DE EDIFICACIONES
10. ALMACÉN DE ESTRUCTURANTE: ALZADOS
11. ALMACÉN DE PRODUCTO: ALZADOS
12. ERA DE FERMENTACIÓN
13. NAVE DE MADURACIÓN: ALZADOS
14. INVERNADEROS DE VERMICOMPOSTAJE
15. INVERNADEROS DE VERMICOMPOSTAJE: DETALLES
16. CASETA DE RIEGO: ALZADOS
17. CASETA DE RIEGO: ESTRUCTURA Y CUBIERTA
18. Balsa de Pluviales
19. Balsa de Lixiviados
20. INSTALACIÓN DE RIEGO DE PLUVIALES
21. INSTALACIÓN DE RIEGO DE LIXIVIADOS
22. INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO DE PLUVIALES
23. INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO DE LIXIVIADOS
24. INSTALACIÓN ELÉCTRICA: PLANO GENERAL
25. INSTALACIÓN ELÉCTRICA: EDIFICIOS I
26. INSTALACIÓN ELÉCTRICA: EDIFICIOS II
27. ESQUEMA UNIFILAR



	<b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b>		
	PROYECTO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA GRANJA DE CONEJOS EN VALVERDE DE CAMPOS (VALLADOLID)		
TÍTULO DEL PROYECTO _____			
GRANJA POTOSÍ S.L.		VARIAS	1
PROMOTOR _____		ESCALA _____	N° PLANO _____
PLANO DE SITUACIÓN		TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL ALUMNO/A: DIEGO CONDE CID	
TÍTULO DEL PLANO _____		FECHA: 14 DE JULIO DE 2020 _____ FIRMA _____	



	<b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b>		
	PROYECTO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA GRANJA DE CONEJOS EN VALVERDE DE CAMPOS (VALLADOLID)		
TÍTULO DEL PROYECTO _____			
GRANJA POTOSÍ S.L. PROMOTOR		VARIAS ESCALA	2 N° PLANO
PLANO DE EMPLAZAMIENTO		TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL ALUMNO/A: DIEGO CONDE CID	
TÍTULO DEL PLANO _____		FECHA: 14 DE JULIO DE 2020	
		FIRMA _____	

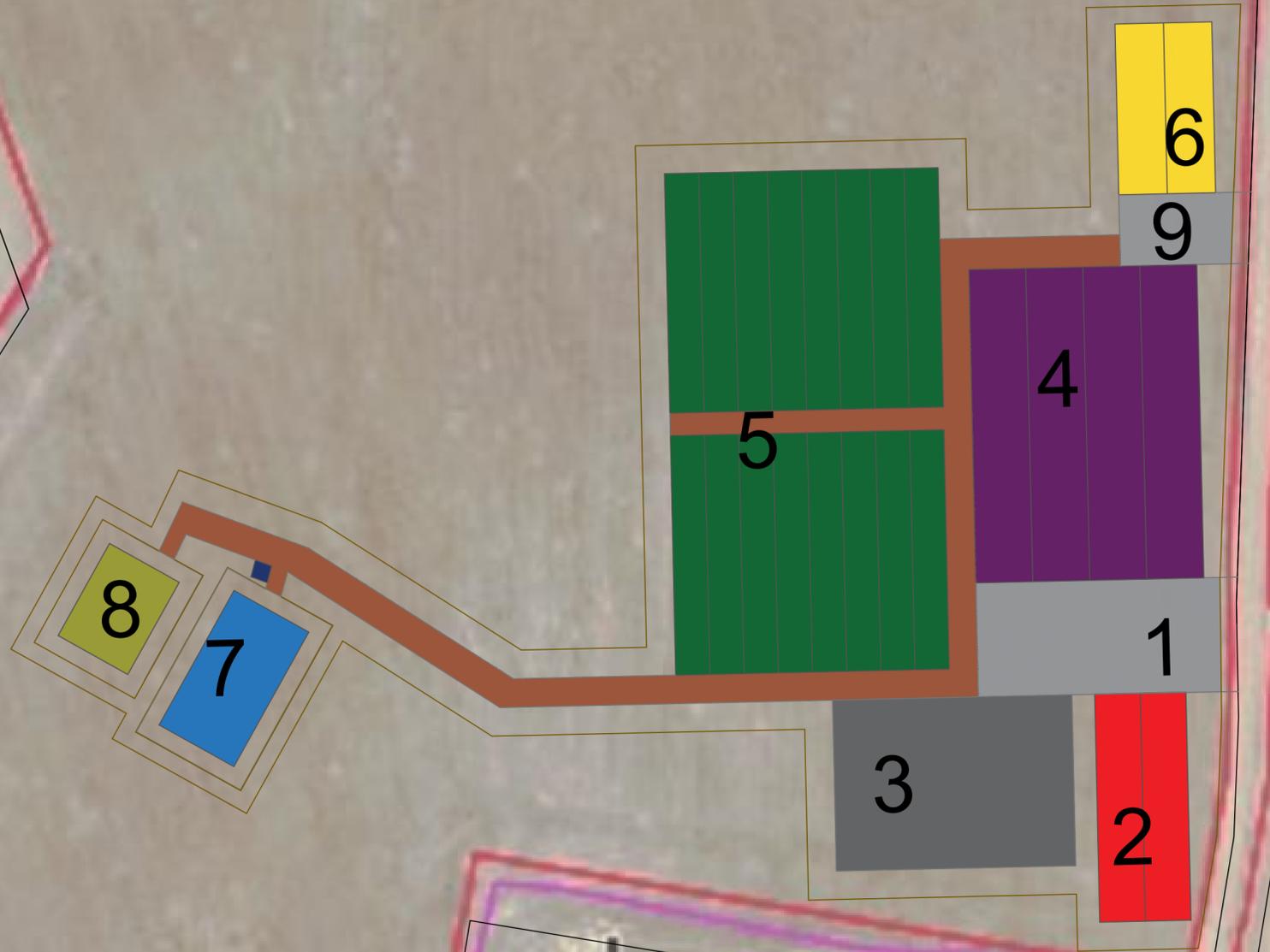


**E = 1:1.750**

	<b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b>		
	PROYECTO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA GRANJA DE CONEJOS EN VALVERDE DE CAMPOS (VALLADOLID)		
TÍTULO DEL PROYECTO _____			

PROMOTOR GRANJA POTOSÍ S.L.	ESCALA 1:1.750	N° PLANO 3
-----------------------------	----------------	------------

TÍTULO DEL PLANO SITUACIÓN INICIAL	TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL ALUMNO/A: DIEGO CONDE CID
	FECHA: 14 DE JULIO DE 2020
	FIRMA _____



- 1 ZONA DE RECEPCIÓN
- 2 ALMACÉN DE ESTRUCTURANTE
- 3 ERA DE FERMENTACIÓN
- 4 NAVE DE MADURACIÓN
- 5 INVERNADEROS DE VERMICOMPOSTAJE
- 6 ALMACÉN DE PRODUCTO
- 7 Balsa de PLUVIALES
- 8 Balsa de LIXIVIADOS
- 9 ZONA DE EXPEDICIÓN
- ZONA HORMIGONADA
- ZONA DE ENCACHADO



**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)**

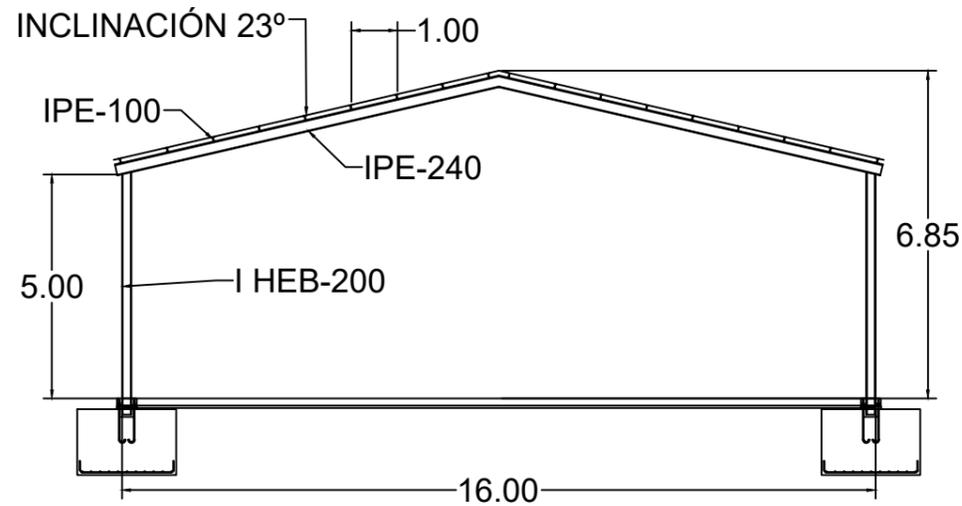


PROYECTO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA GRANJA DE CONEJOS EN VALVERDE DE CAMPOS (VALLADOLID)

TÍTULO DEL PROYECTO		ESCALA		Nº PLANO	
GRANJA POTOSÍ S.L.		1:750		4	
PROMOTOR		ESCALA		Nº PLANO	

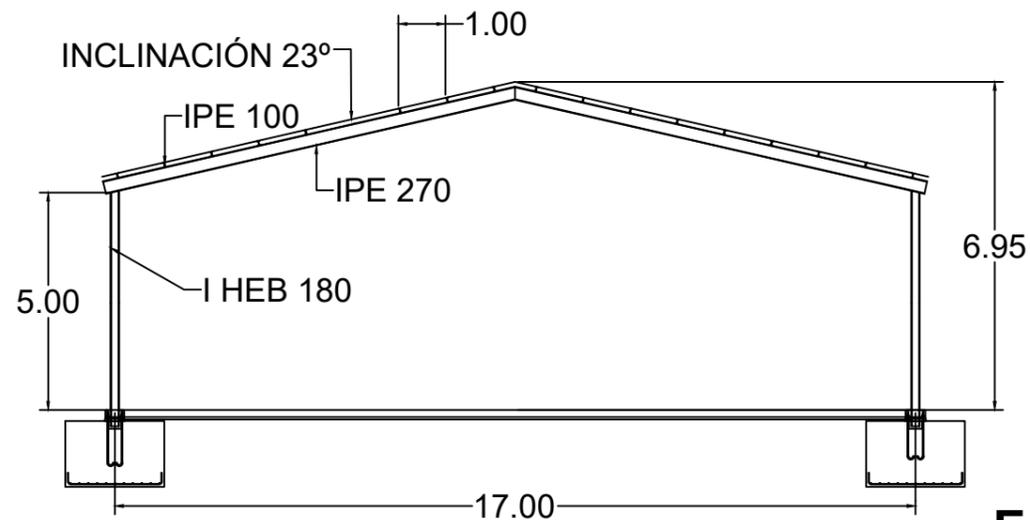
SITUACIÓN ACTUAL	TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL
	ALUMNO/A: DIEGO CONDE CID
TÍTULO DEL PLANO	FECHA: 14 DE JULIO DE 2020
	FIRMA

# ALMACÉN DE ESTRUCTURANTE



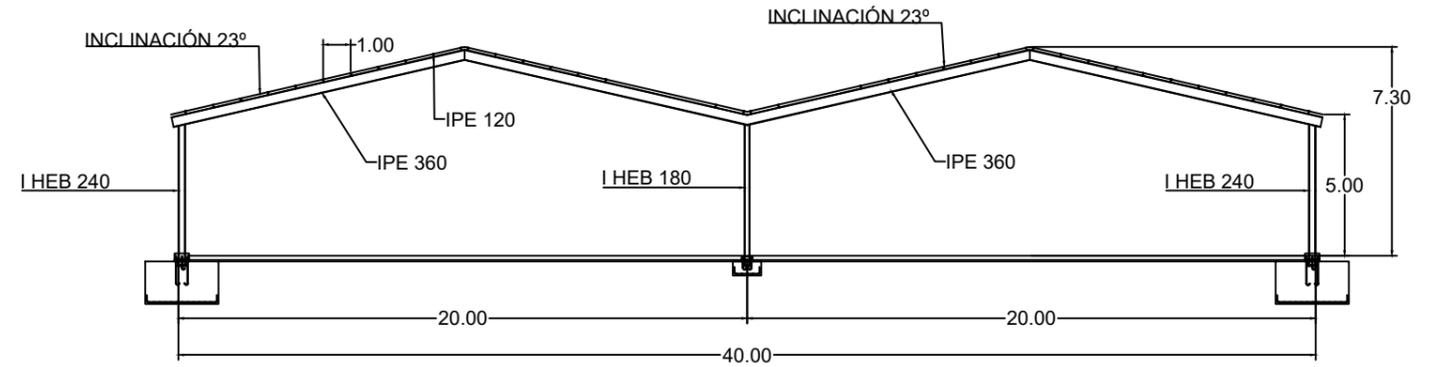
**E = 1:150**

# ALMACÉN DE PRODUCTO



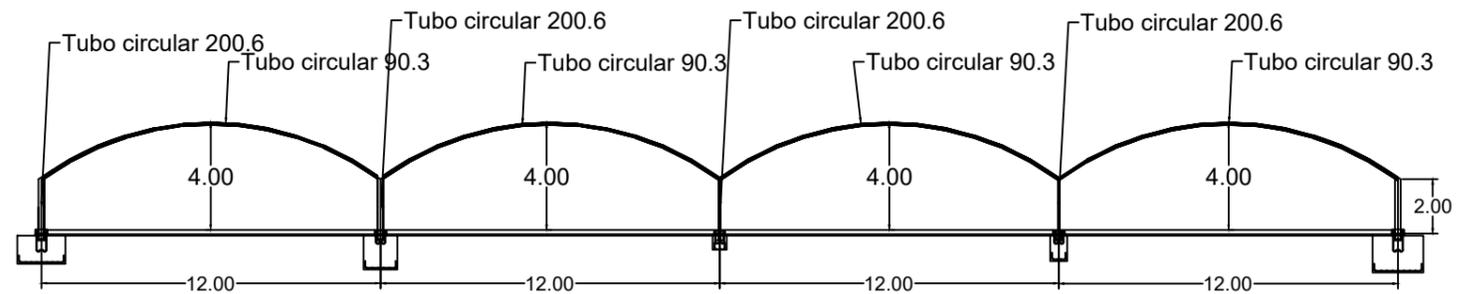
**E = 1:150**

# NAVE MADURACIÓN



**E = 1:250**

# INVERNADERO VERMICOMPOSTAJE



**E = 1:250**



**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)**



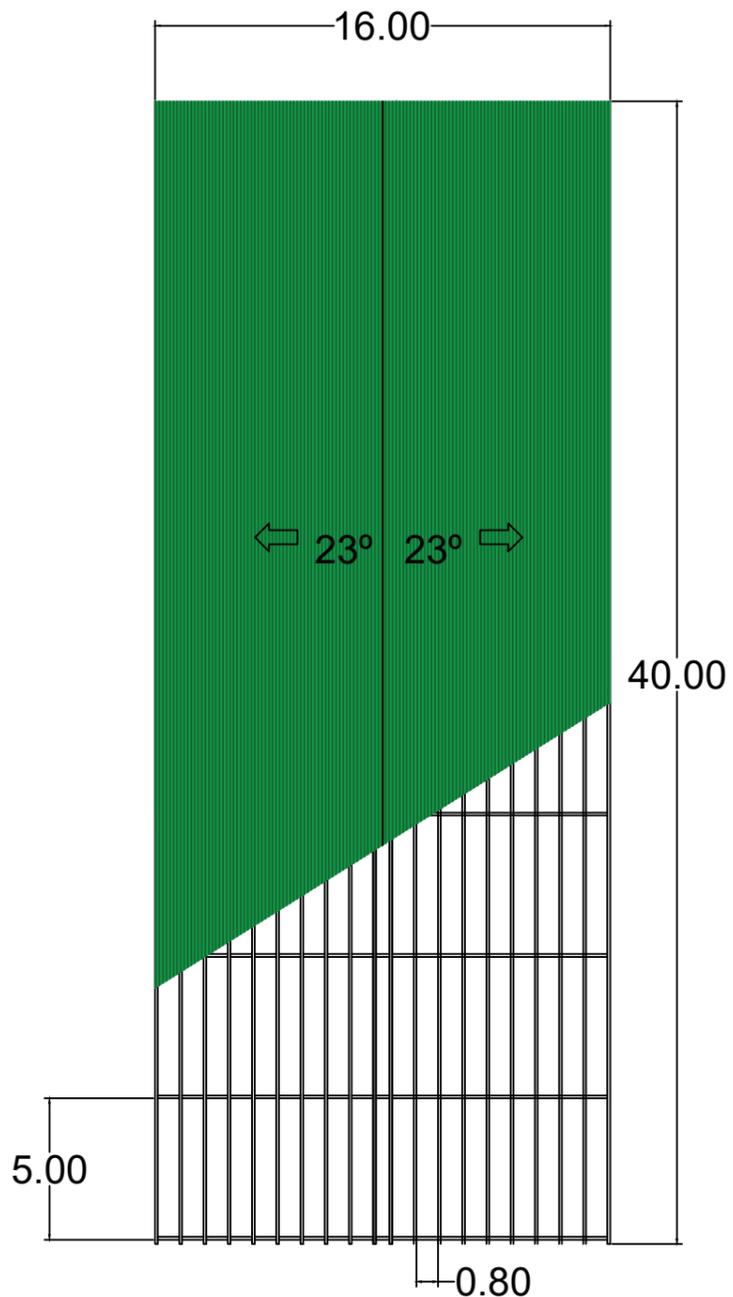
PROYECTO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA GRANJA DE CONEJOS EN VALVERDE DE CAMPOS (VALLADOLID)

TÍTULO DEL PROYECTO

GRANJA POTOSÍ S.L.	VARIAS	5
PROMOTOR	ESCALA	Nº PLANO

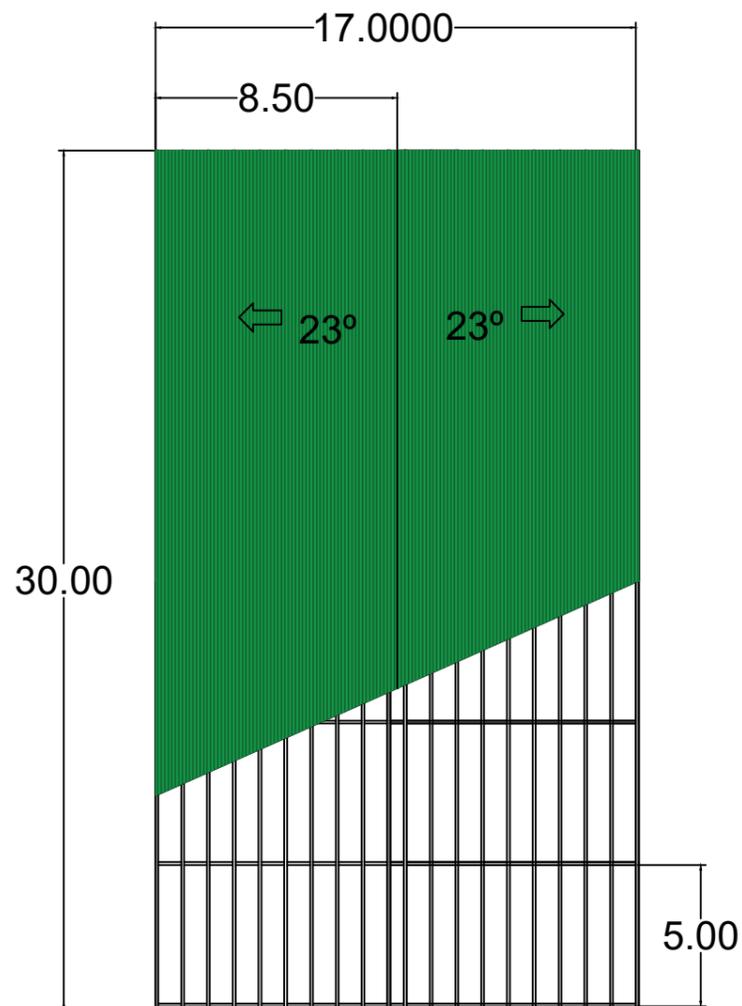
ESTRUCTURAS TIPO	TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL
	ALUMNO/A: DIEGO CONDE CID
	FECHA: 14 DE JULIO DE 2020
	FIRMA

ALMACÉN DE ESTRUCTURANTE



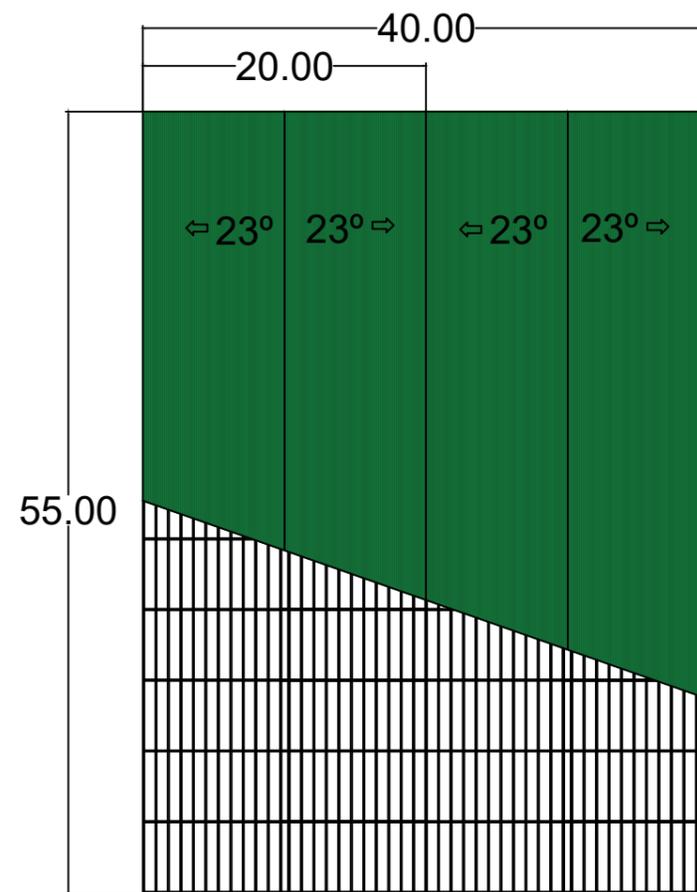
E = 1:250

ALMACÉN DE PRODUCTO



E = 1:250

NAVE DE MADURACIÓN



E = 1:500



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)



PROYECTO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA GRANJA DE CONEJOS EN VALVERDE DE CAMPOS (VALLADOLID)

TÍTULO DEL PROYECTO

GRANJA POTOSÍ S.L.

VARIAS

6

PROMOTOR

ESCALA

Nº PLANO

CUBIERTAS

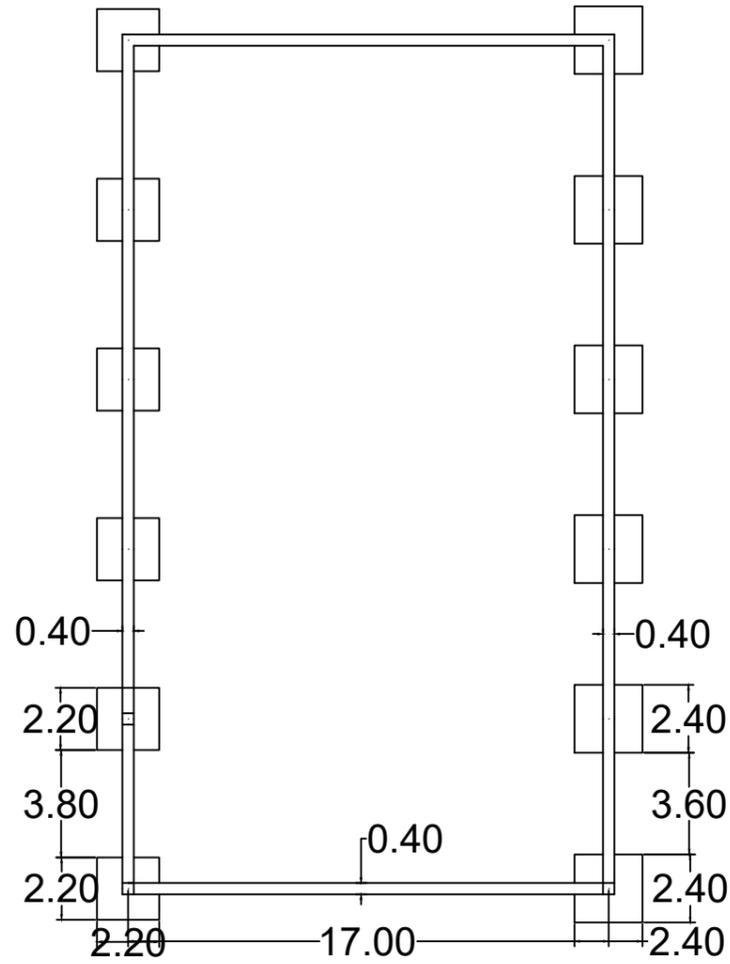
TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL  
ALUMNO/A: DIEGO CONDE CID

FECHA: 14 DE JULIO DE 2020

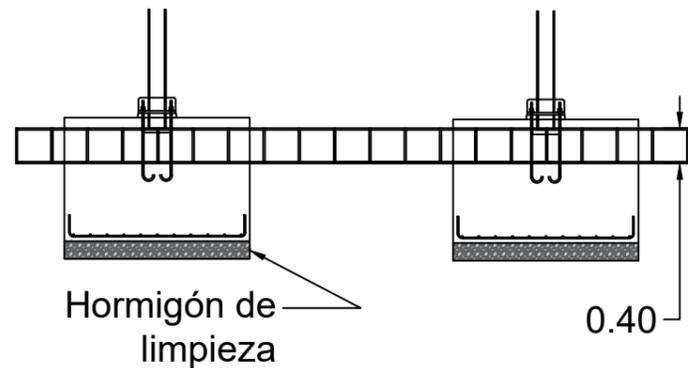
FIRMA

TÍTULO DEL PLANO

ALMACÉN DE PRODUCTO

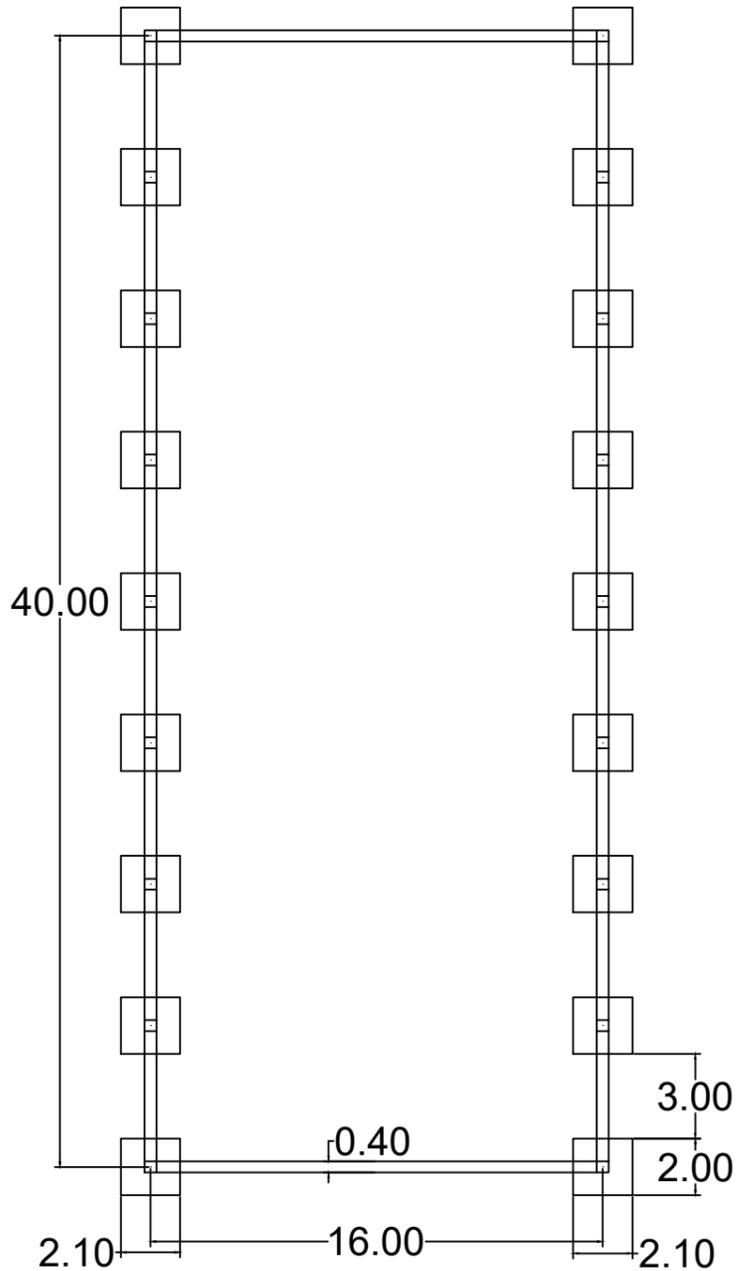


E = 1:250



E = 1:80

ALMACÉN DE ESTRUCTURANTE



E = 1:250

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN LA INSTRUCCIÓN EHE					
HORMIGÓN					
Elemento estructural	Tipo de hormigón	Nivel de control	Coefficiente parcial de seguridad ( $\gamma_c$ )	Resistencia de cálculo ( $N/mm^2$ )	Recubrimiento mínimo (mm)
Cimentación	HA-25/P/40/IIIa	Estadístico	1,50	25	35
Estructura	HA-25/P/40/IIIa	Estadístico	1,50	25	30
ACERO					
Elemento estructural	Tipo de acero	Nivel de control	Coefficiente parcial de seguridad ( $\gamma_s$ )	Resistencia de cálculo ( $N/mm^2$ )	Acero de las estructuras debe estar garantizado por la marca AENOR
Cimentación	B 500 S	Normal	1,15	500	
Muros	B 500 S	Normal	1,15	500	
EJECUCIÓN					
TIPO DE ACCIÓN	Nivel de control	Coefficientes parciales de seguridad			
		Efecto favorable		Efecto desfavorable	
Permanente	Normal	$\gamma_G = 1,00$		$\gamma_G = 1,50$	
Permanente de valor cte	Normal	$\gamma_G = 1,00$		$\gamma_G = 1,60$	
Variable	Normal	$\gamma_G = 0,00$		$\gamma_G = 1,50$	



**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)**



PROYECTO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA GRANJA DE CONEJOS EN VALVERDE DE CAMPOS (VALLADOLID)

TÍTULO DEL PROYECTO \_\_\_\_\_

GRANJA POTOSÍ S.L.	VARIAS	7
PROMOTOR _____	ESCALA _____	Nº PLANO _____

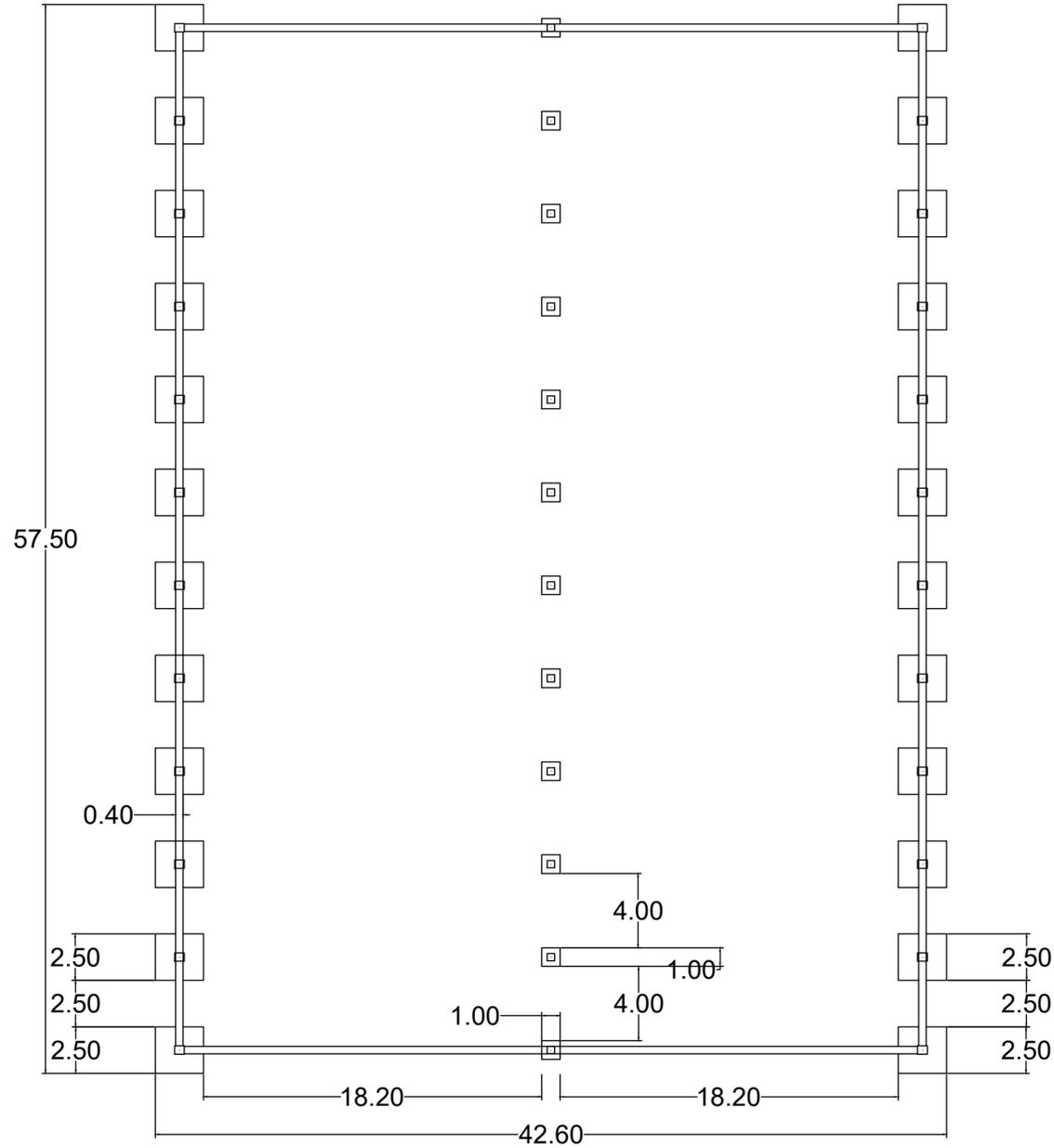
PLANTAS DE CIMENTACIÓN I	TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL ALUMNO/A: DIEGO CONDE CID
TÍTULO DEL PLANO _____	FECHA: 14 DE JULIO DE 2020 FIRMA _____

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

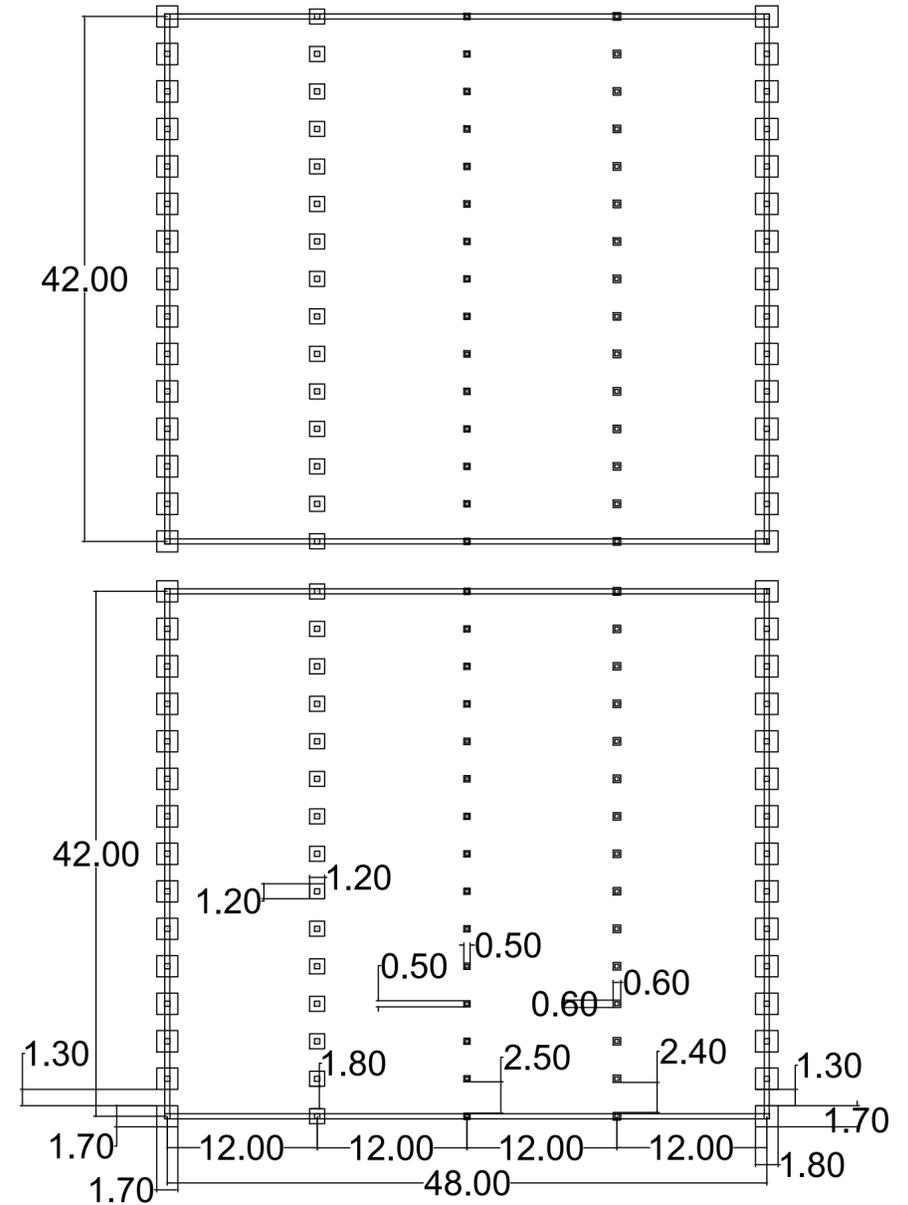
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

### INVERNADEROS DE VERMICOMPOSTAJE

### NAVE DE MADURACIÓN



E = 1:250



E = 1:400

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN LA INSTRUCCIÓN EHE					
HORMIGÓN					
Elemento estructural	Tipo de hormigón	Nivel de control	Coefficiente parcial de seguridad (Y <sub>c</sub> )	Resistencia de cálculo (N/mm <sup>2</sup> )	Recubrimiento mínimo (mm)
Cimentación	HA-25/P/40/IIIa	Estadístico	1,50	25	35
Estructura	HA-25/P/40/IIIa	Estadístico	1,50	25	30
ACERO					
Elemento estructural	Tipo de acero	Nivel de control	Coefficiente parcial de seguridad (Y <sub>s</sub> )	Resistencia de cálculo (N/mm <sup>2</sup> )	Acero de las estructuras debe estar garantizado por la marca AENOR
Cimentación	B 500 S	Normal	1,15	500	
Muros	B 500 S	Normal	1,15	500	
EJECUCIÓN					
TIPO DE ACCIÓN	Nivel de control	Coefficientes parciales de seguridad			
		Efecto favorable		Efecto desfavorable	
Permanente	Normal	Y <sub>G</sub> = 1,00	Y <sub>G</sub> = 1,50	Y <sub>G</sub> = 1,50	
Permanente de valor cte	Normal	Y <sub>G</sub> = 1,00	Y <sub>G</sub> = 1,50	Y <sub>G</sub> = 1,60	
Variable	Normal	Y <sub>G</sub> = 0,00	Y <sub>G</sub> = 1,50	Y <sub>G</sub> = 1,50	



**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)**

PROYECTO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA GRANJA DE CONEJOS EN VALVERDE DE CAMPOS (VALLADOLID)

TÍTULO DEL PROYECTO \_\_\_\_\_



PROMOTOR: GRANJA POTOSÍ S.L.

ESCALA: VARIAS

Nº PLANO: 8

TÍTULO DEL PLANO: PLANTAS DE CIMENTACIÓN II

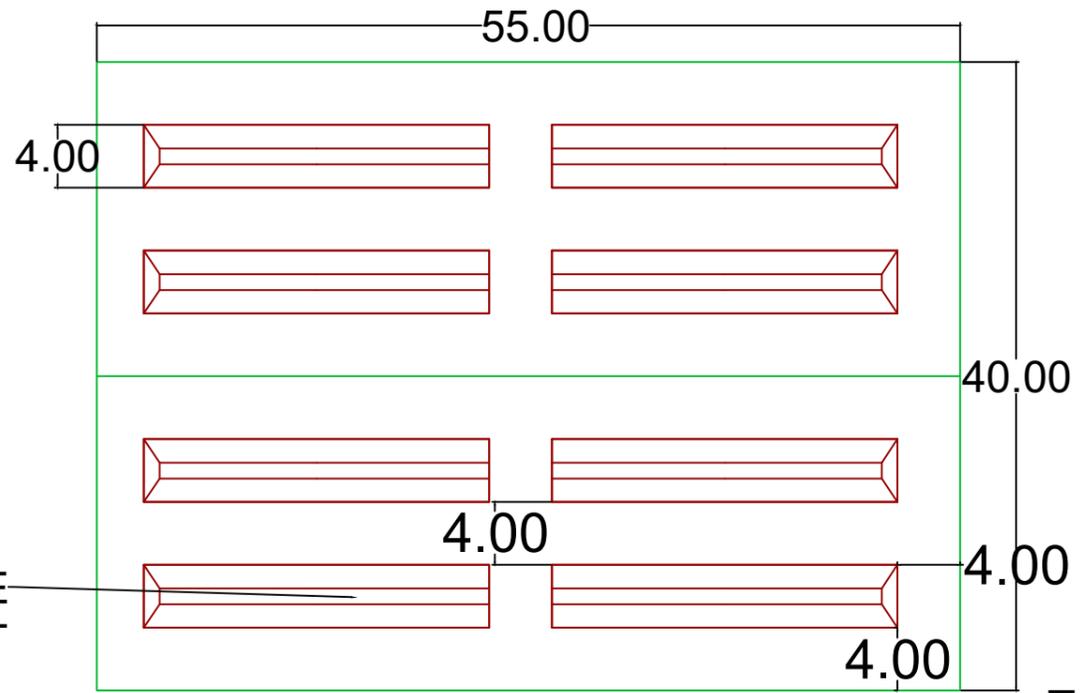
TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL

ALUMNO/A: DIEGO CONDE CID

FECHA: 14 DE JULIO DE 2020

FIRMA \_\_\_\_\_

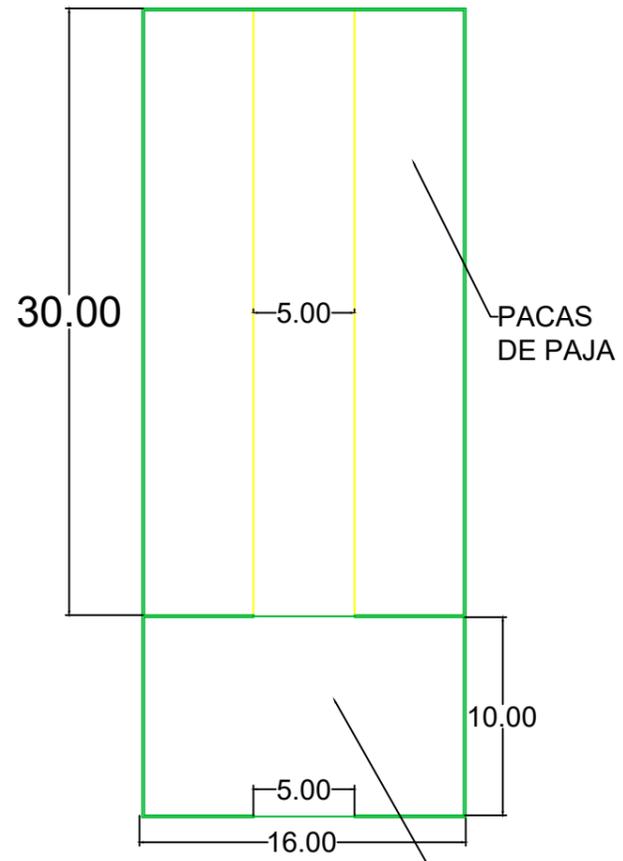
# NAVE DE MADURACIÓN



PILAS DE COMPOST

E = 1:450

# ESTRUCTURANTE



PACAS DE PAJA

30.00

5.00

5.00

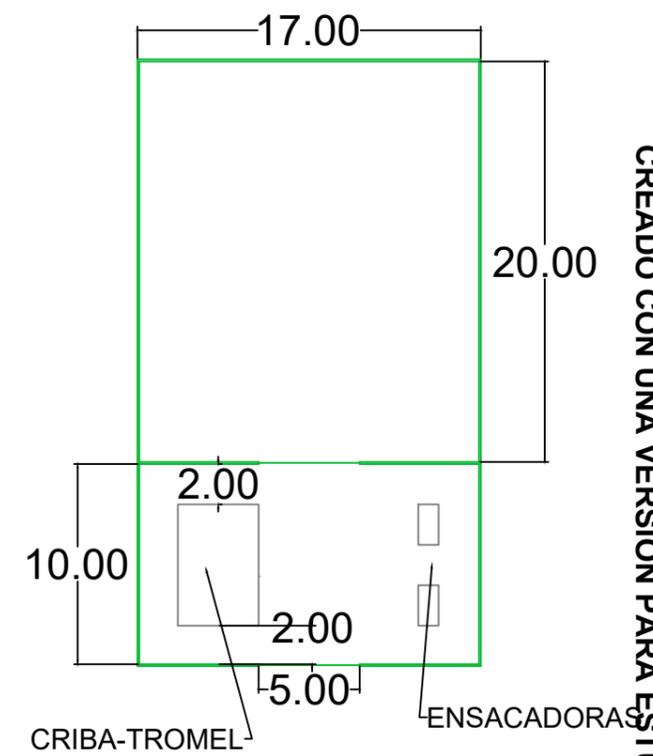
16.00

10.00

# ALMACÉN DE MAQUINARIA

E = 1:350

# ALMACÉN DE PRODUCTO



CRIBA-TROMEL

ENSACADORAS

10.00

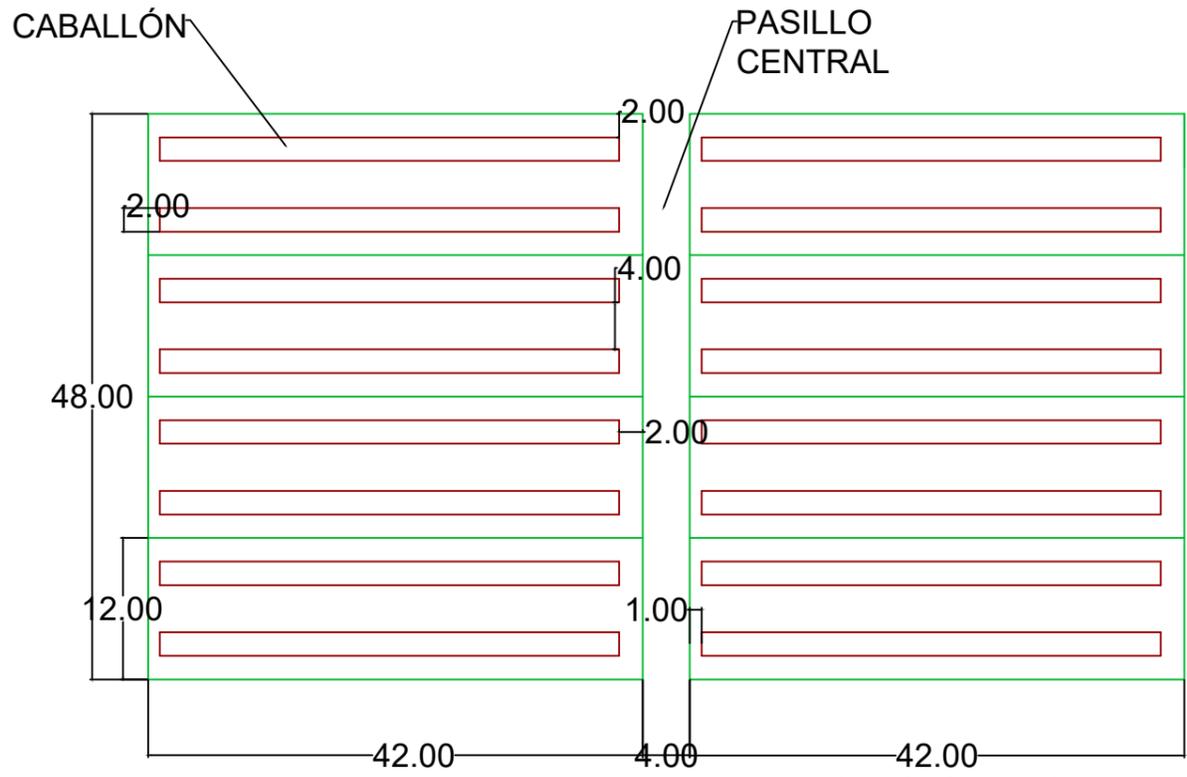
2.00

2.00

5.00

E = 1:350

# INVERNADEROS DE VERMICOMPOSTAJE



CABALLÓN

PASILLO CENTRAL

2.00

4.00

2.00

1.00

42.00

4.00

42.00

E = 1:600

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)**

PROYECTO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA GRANJA DE CONEJOS EN VALVERDE DE CAMPOS (VALLADOLID)

TÍTULO DEL PROYECTO \_\_\_\_\_

GRANJA POTOSÍ S.L. PROMOTOR \_\_\_\_\_

VARIAS ESCALA \_\_\_\_\_

9 N° PLANO \_\_\_\_\_

DISTRIBUCIÓN DE EDIFICACIONES

TÍTULO DEL PLANO \_\_\_\_\_

TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL

ALUMNO/A: DIEGO CONDE CID

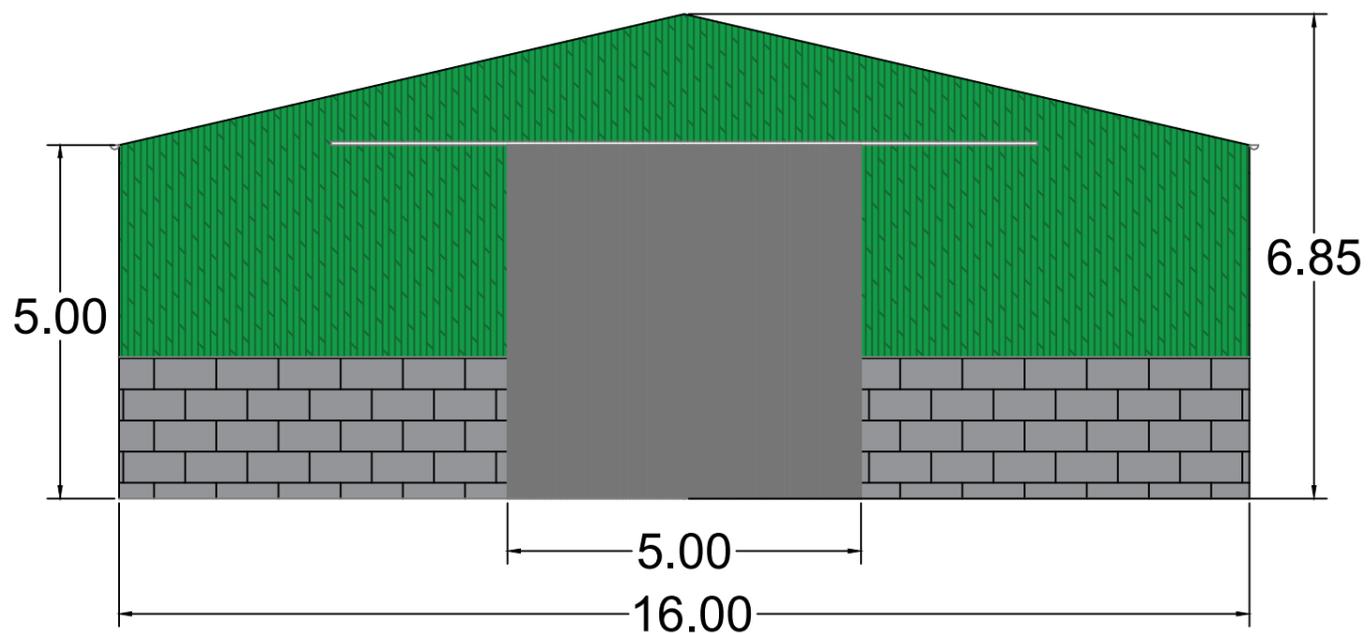
FECHA: 14 DE JULIO DE 2020

FIRMA \_\_\_\_\_

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

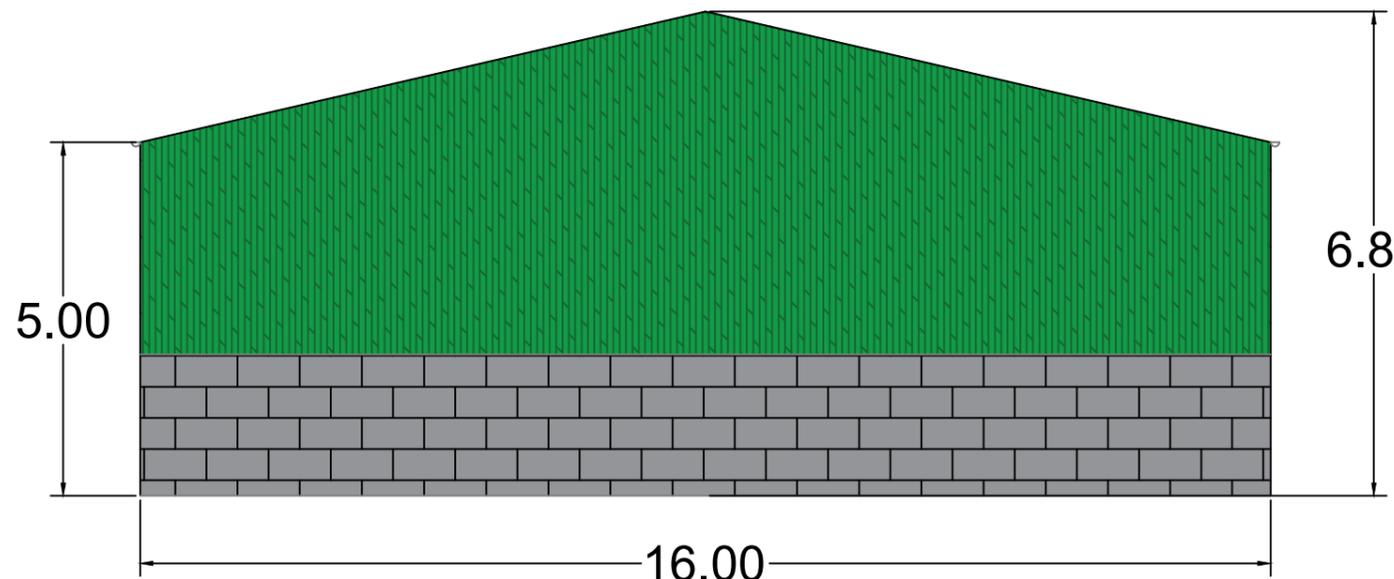
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

# ALZADO NORTE



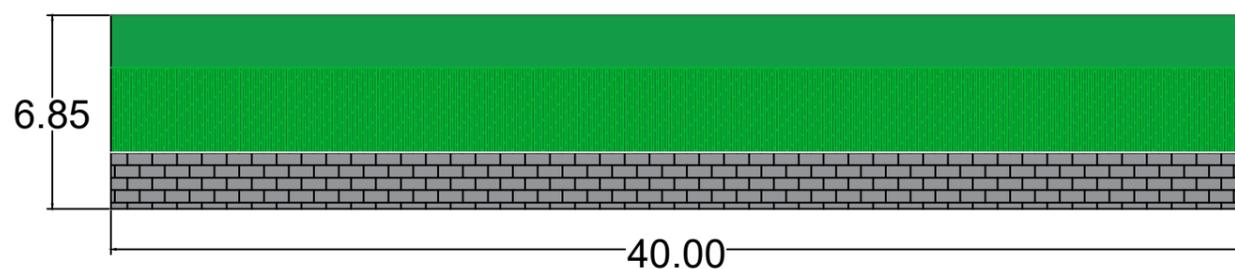
E = 1:100

# ALZADO SUR



E = 1:100

# ALZADO OESTE



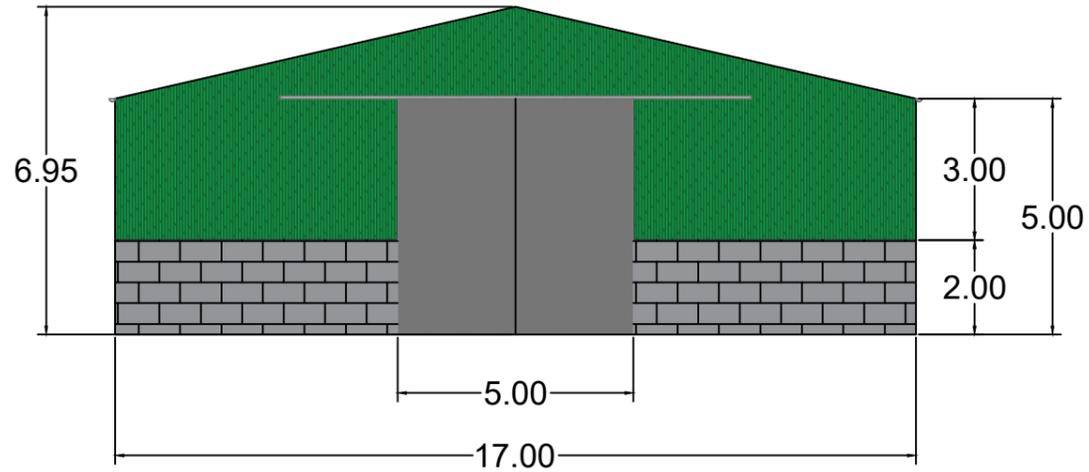
E = 1:250

	<b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b>		
	PROYECTO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA GRANJA DE CONEJOS EN VALVERDE DE CAMPOS (VALLADOLID)		
TÍTULO DEL PROYECTO _____			
GRANJA POTOSÍ S.L. PROMOTOR _____		VARIAS ESCALA _____	10 N° PLANO _____
ALMACÉN DE ESTRUCTURANTE: ALZADOS TÍTULO DEL PLANO _____		TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL ALUMNO/A: DIEGO CONDE CID FECHA: 14 DE JULIO DE 2020 FIRMA _____	

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

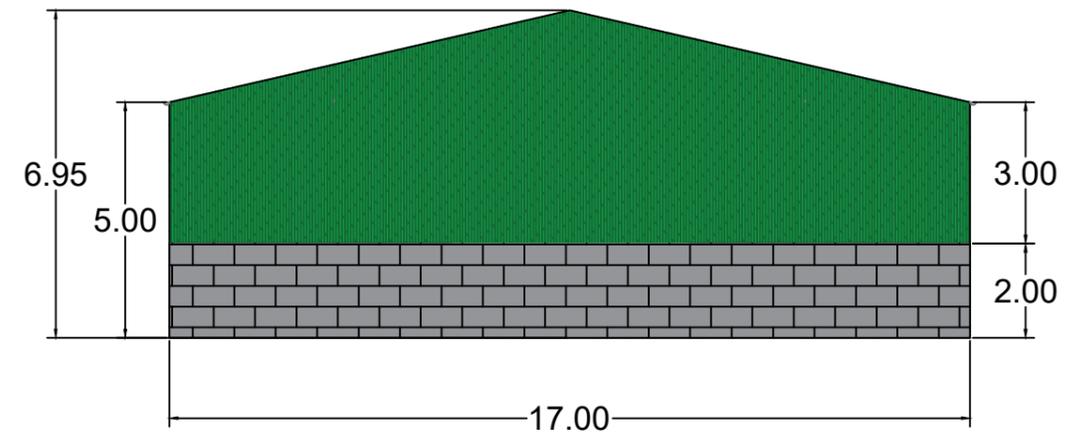
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

### ALZADO SUR



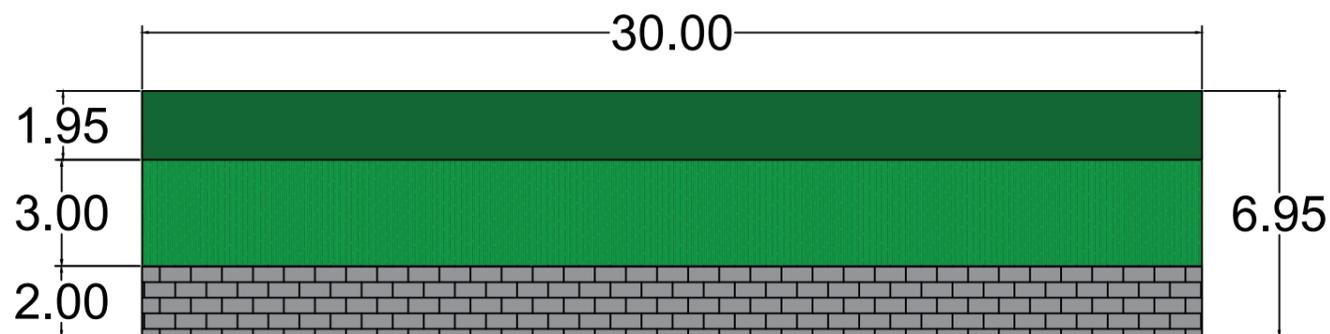
E = 1:150

### ALZADO NORTE



E = 1:150

### ALZADO OESTE



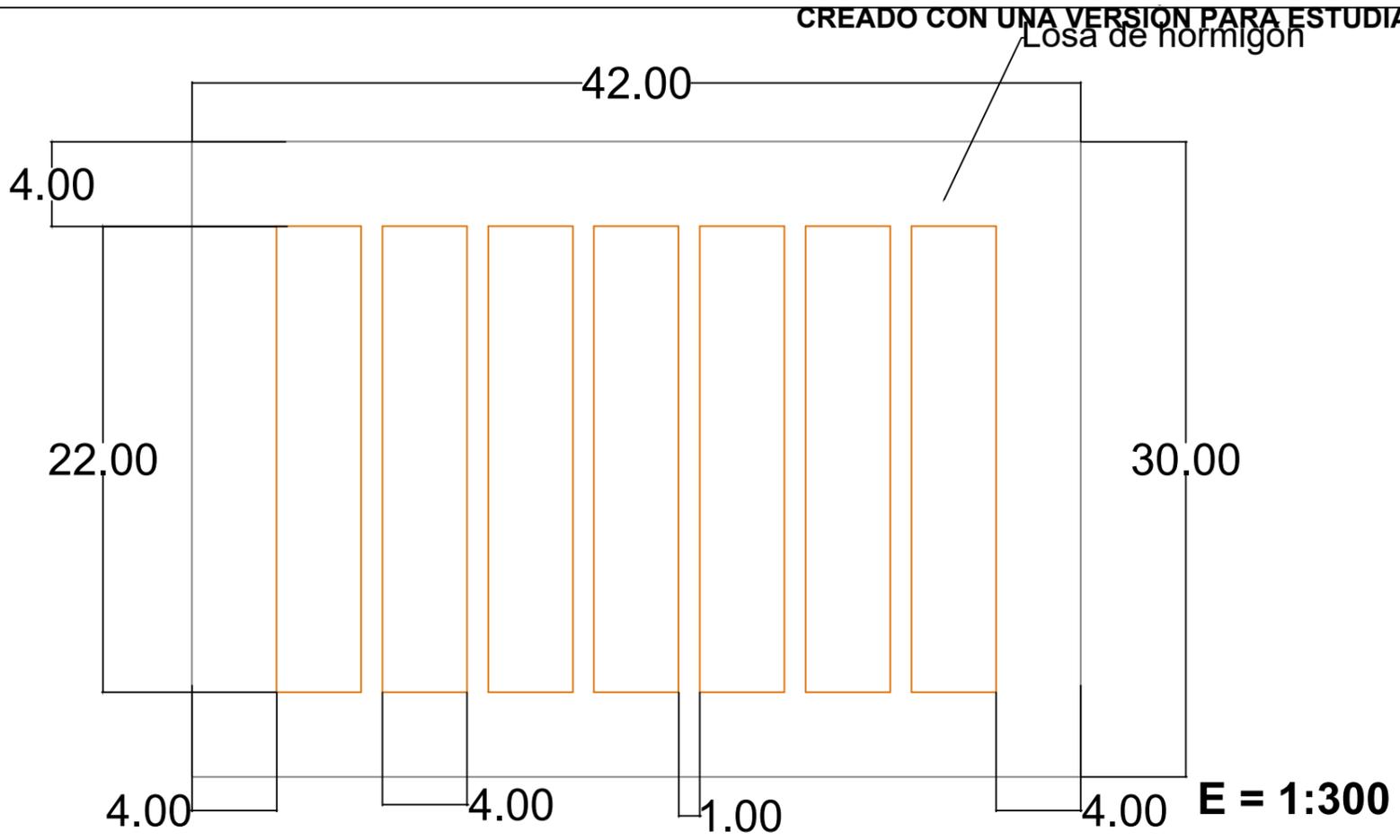
E = 1:200

	<b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b>		
	PROYECTO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA GRANJA DE CONEJOS EN VALVERDE DE CAMPOS (VALLADOLID) TÍTULO DEL PROYECTO _____		
GRANJA POTOSÍ S.L. PROMOTOR _____		VARIAS ESCALA _____	11 Nº PLANO _____
ALMACÉN DE PRODUCTO: ALZADOS TÍTULO DEL PLANO _____		TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL ALUMNO/A: DIEGO CONDE CID FECHA: 14 DE JULIO DE 2020 FIRMA _____	

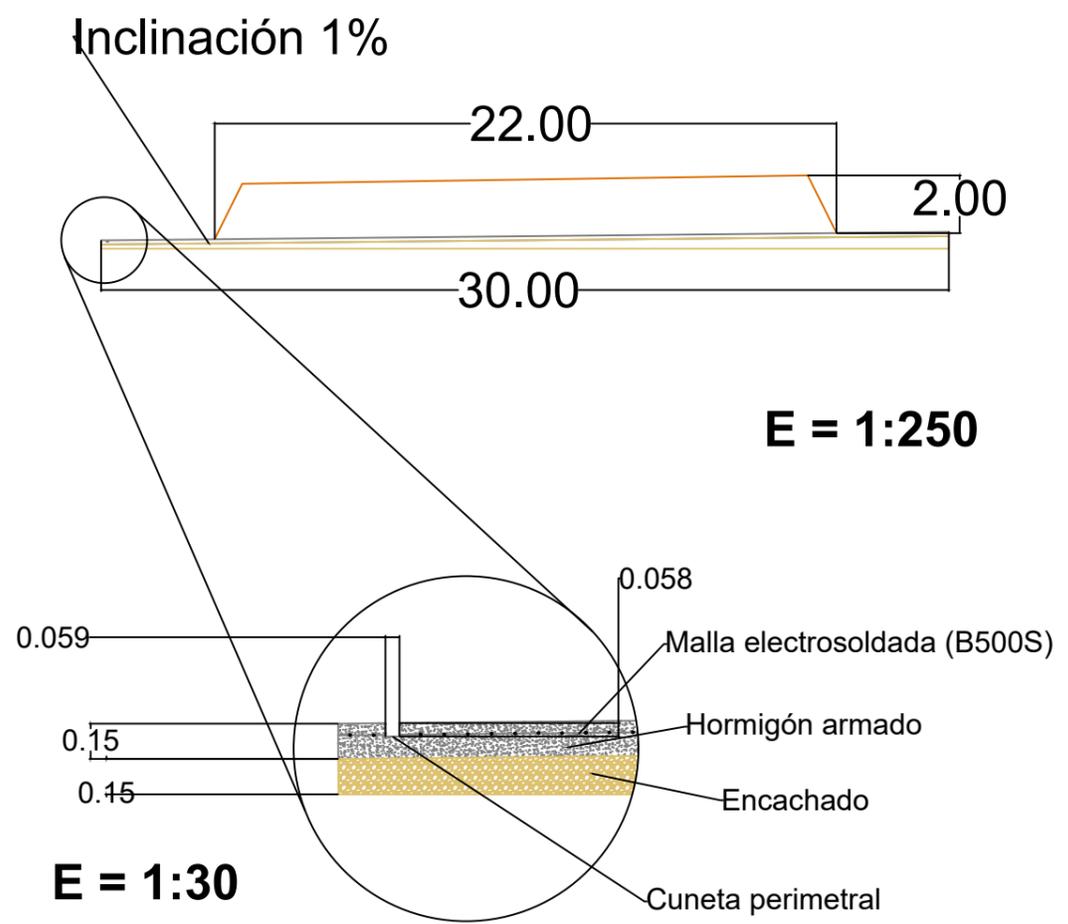
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

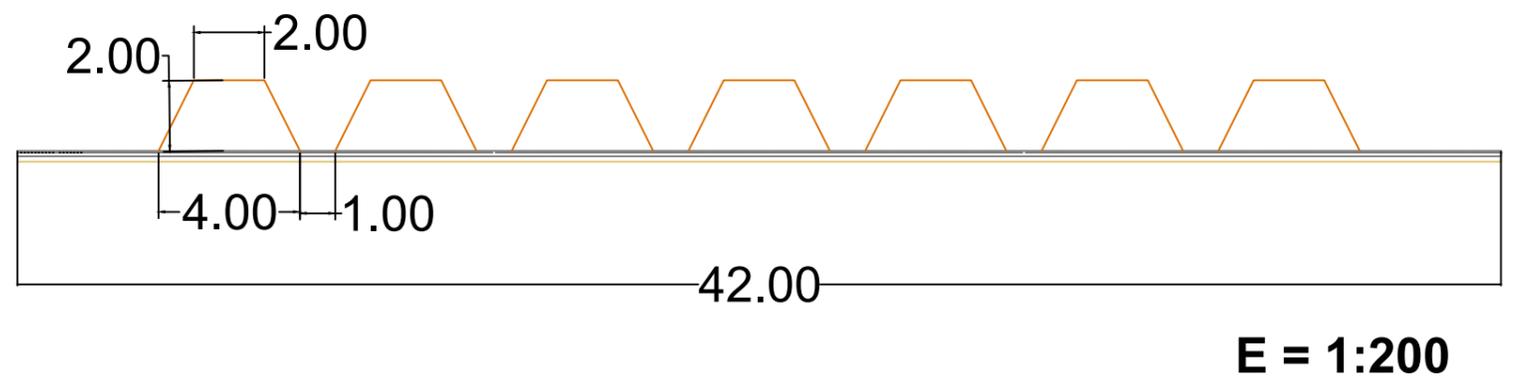
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



# ALZADO OESTE



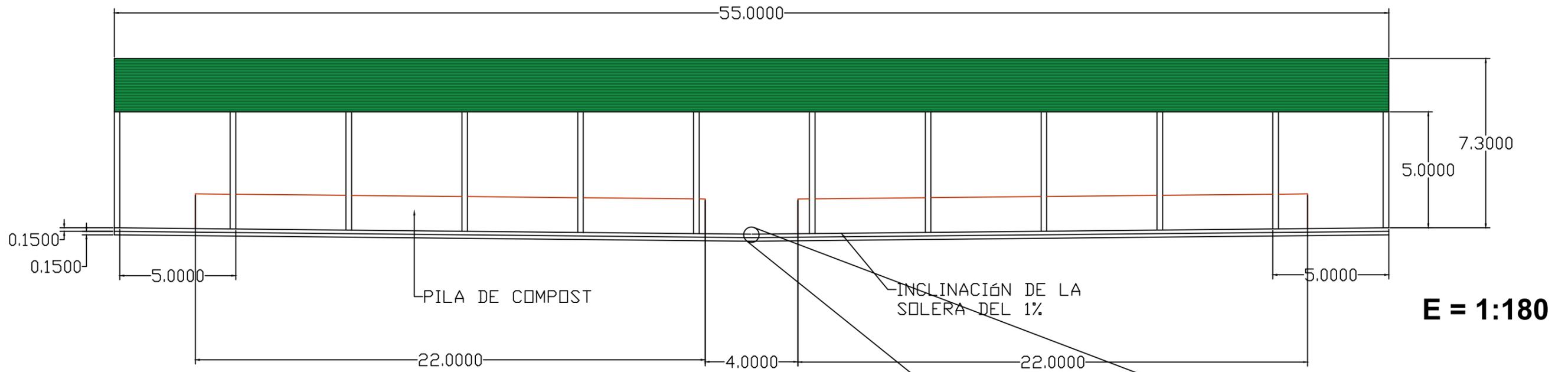
# ALZADO NORTE



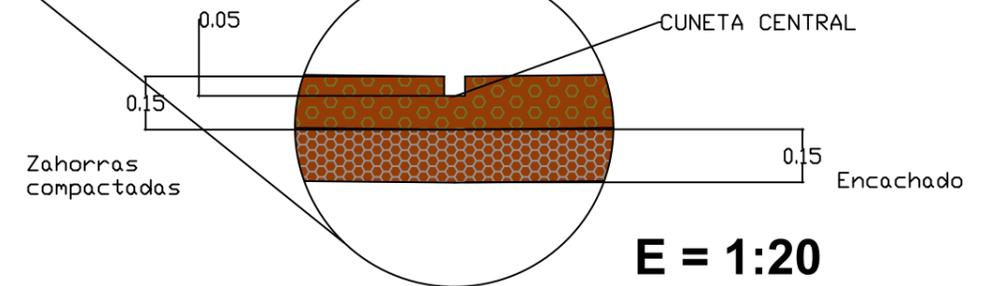
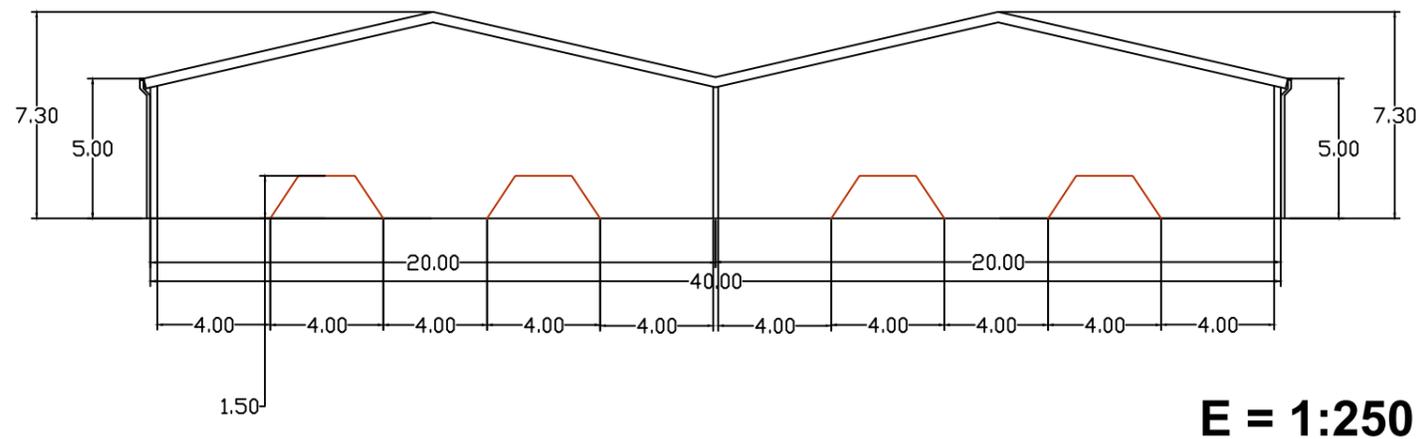
	<b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b>		
	PROYECTO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA GRANJA DE CONEJOS EN VALVERDE DE CAMPOS (VALLADOLID)		
TÍTULO DEL PROYECTO _____			
GRANJA POTOSÍ S.L. PROMOTOR	VARIAS ESCALA	12 Nº PLANO	
ERA DE FERMENTACIÓN TÍTULO DEL PLANO _____	TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL ALUMNO/A: DIEGO CONDE CID	FECHA: 14 DE JULIO DE 2020	FIRMA _____

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

# ALZADO ESTE



# ALZADO SUR



**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)**

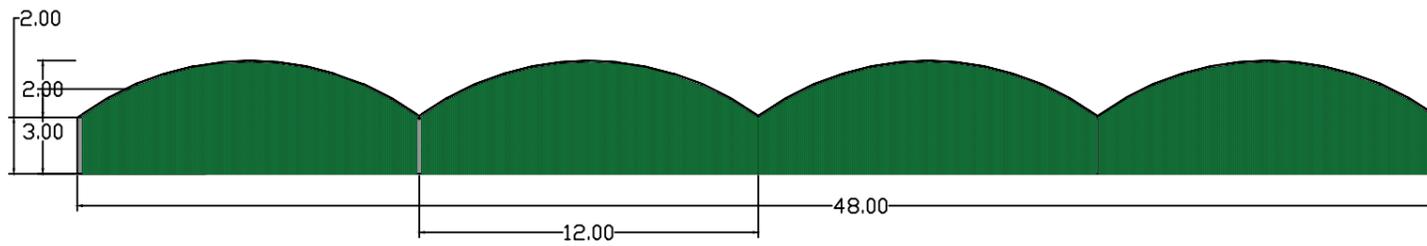
PROYECTO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA GRANJA DE CONEJOS EN VALVERDE DE CAMPOS (VALLADOLID)

TÍTULO DEL PROYECTO \_\_\_\_\_

GRANJA POTOSÍ S.L.	VARIAS	13
PROMOTOR _____	ESCALA _____	Nº PLANO _____

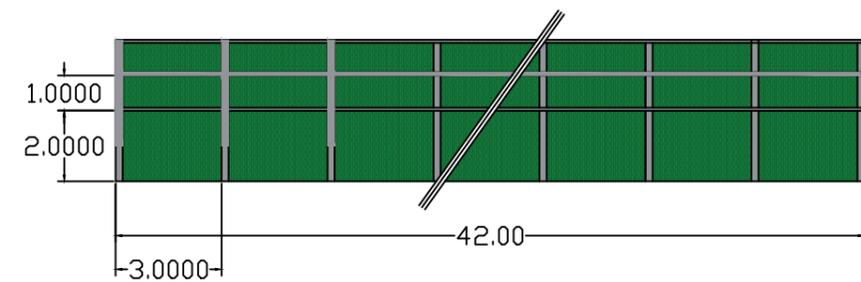
NAVE DE MADURACIÓN: ALZADOS	TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL
TÍTULO DEL PLANO _____	ALUMNO/A: DIEGO CONDE CID
	FECHA: 14 DE JULIO DE 2020
	FIRMA _____

ALZADO SUR



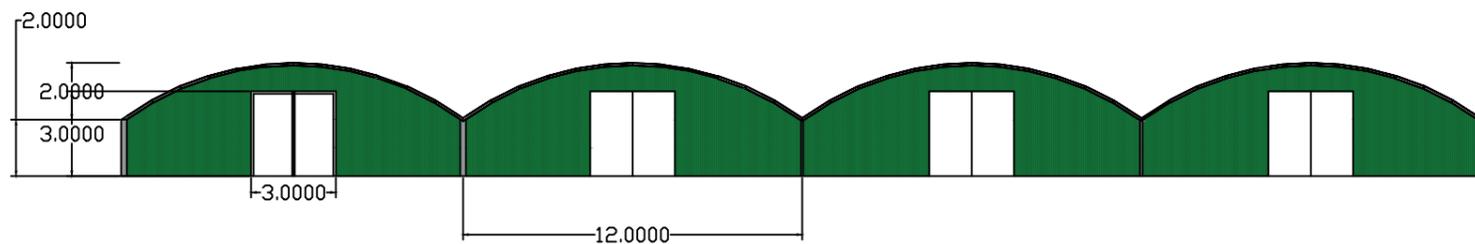
E = 1:250

ALZADO ESTE



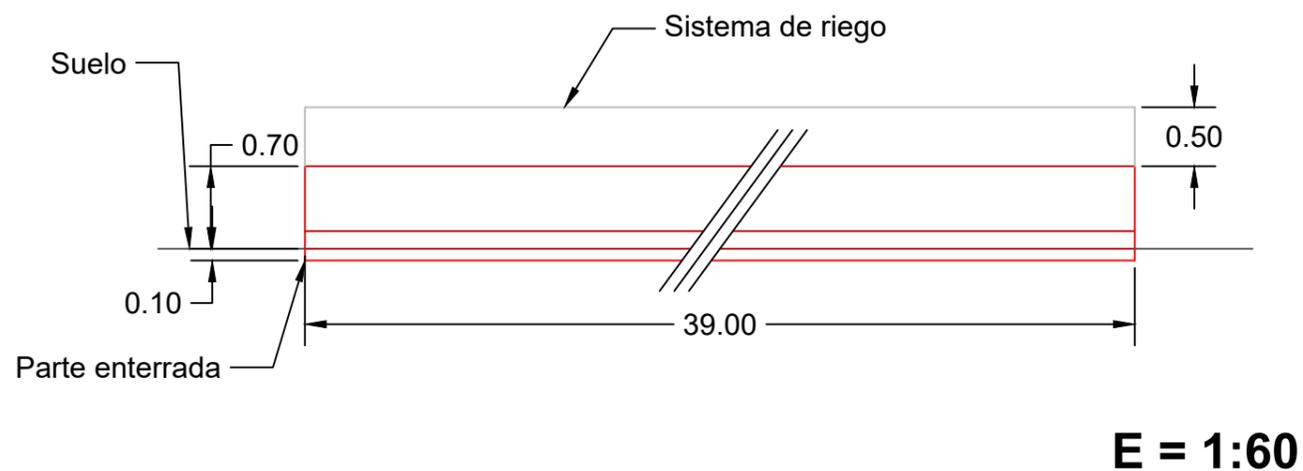
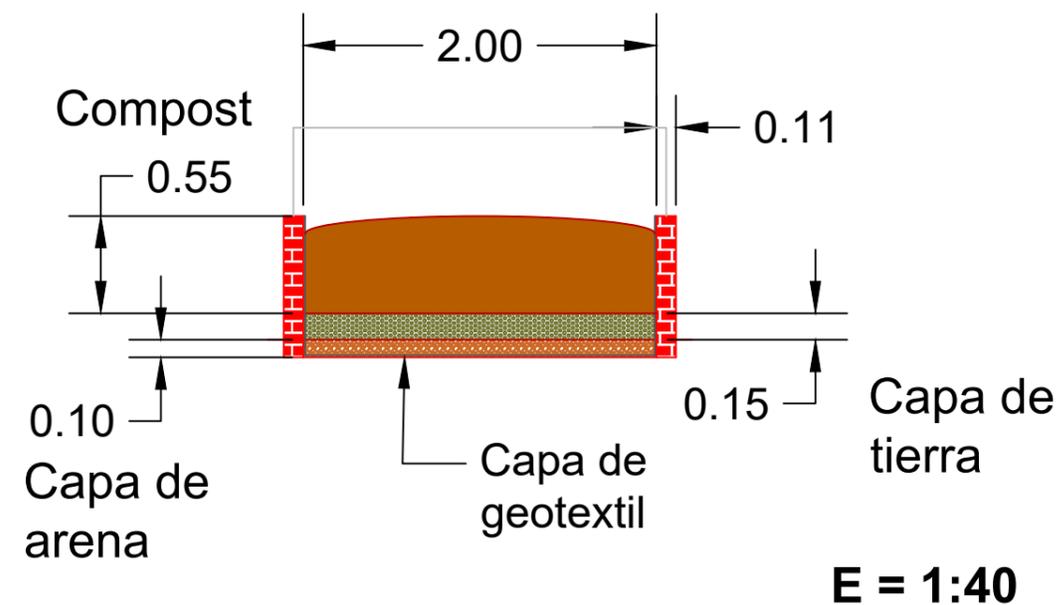
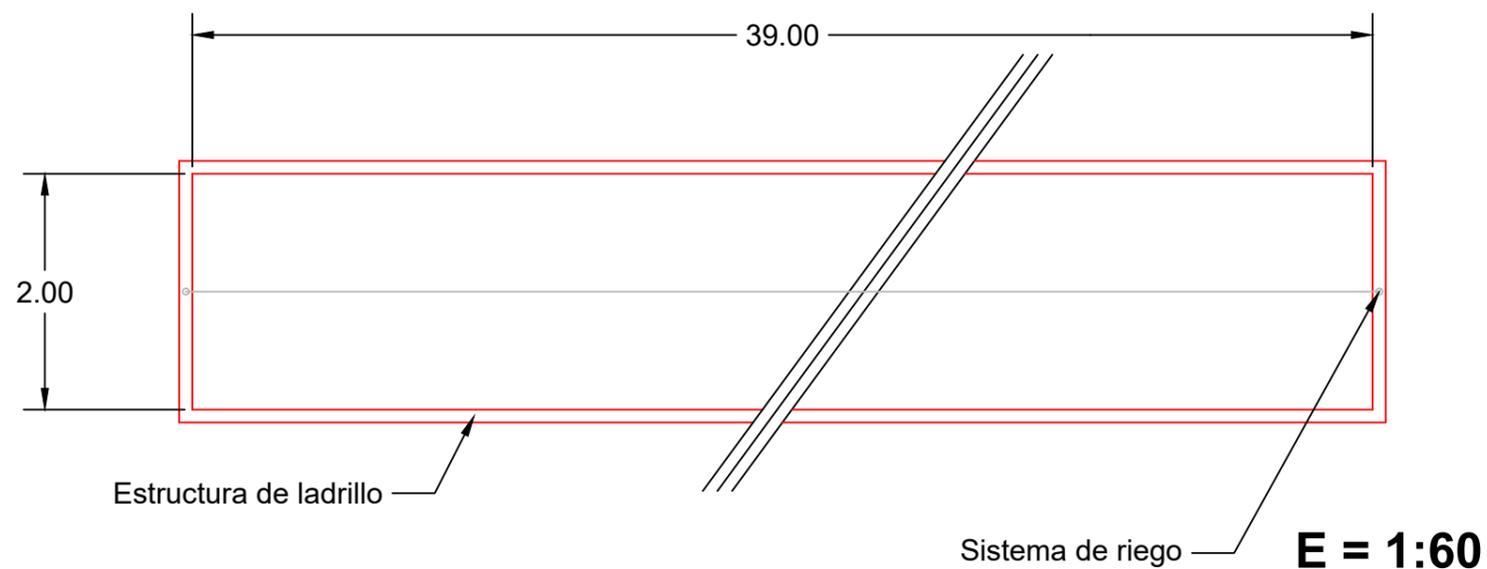
E = 1:200

ALZADO NORTE

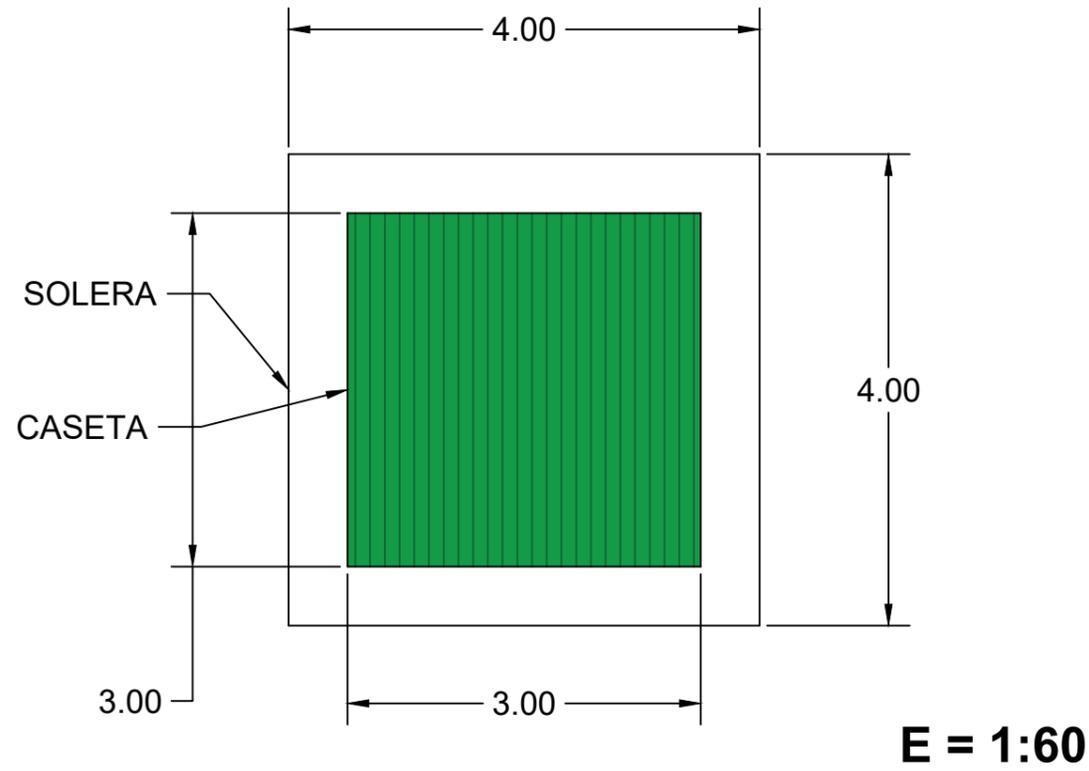


E = 1:250

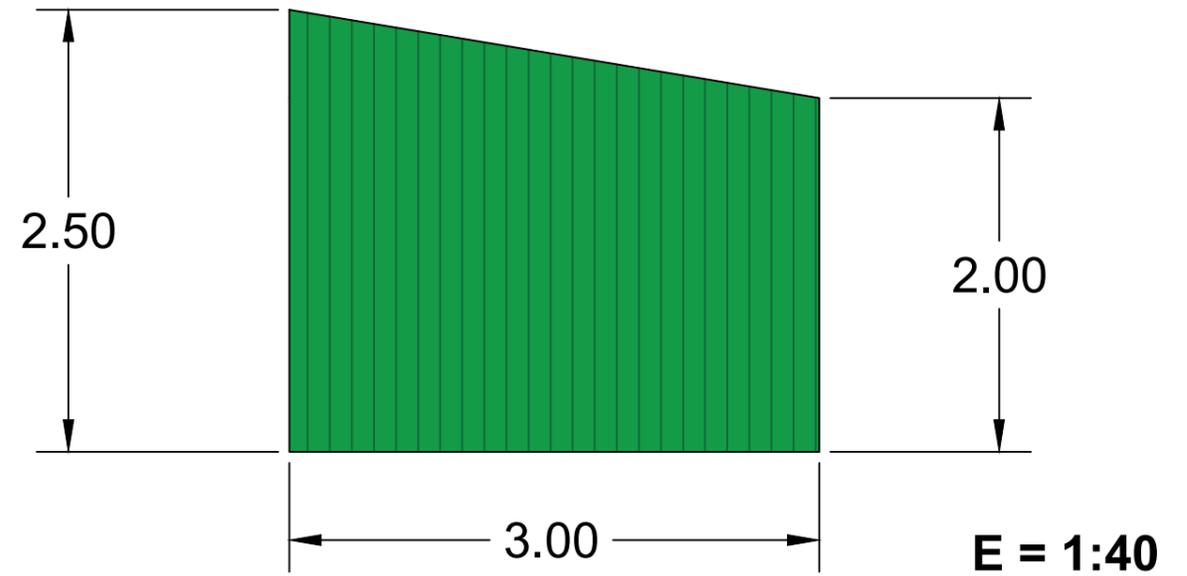
 <p align="center"><b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b></p>				
<p align="center">PROYECTO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA GRANJA DE CONEJOS EN VALVERDE DE CAMPOS (VALLADOLID)</p> <p align="center">TÍTULO DEL PROYECTO _____</p>				
GRANJA POTOSÍ S.L. PROMOTOR _____		VARIAS ESCALA _____	14 Nº PLANO _____	
INVERNADEROS DE VERMICOMPOSTAJE TÍTULO DEL PLANO _____			TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL ALUMNO/A: DIEGO CONDE CID FECHA: 14 DE JULIO DE 2020 FIRMA _____	



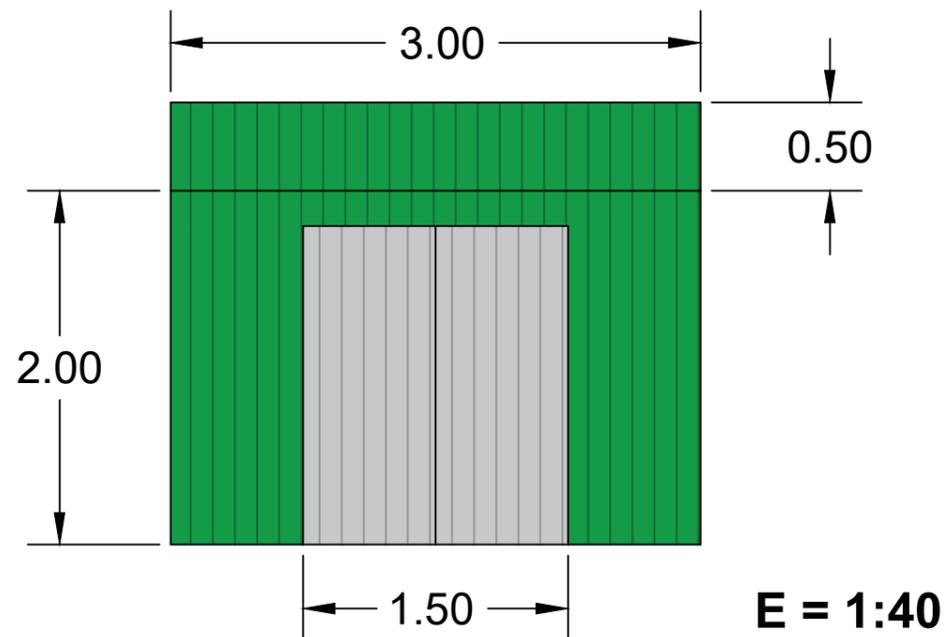
 <p><b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b></p> 		
PROYECTO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA GRANJA DE CONEJOS EN VALVERDE DE CAMPOS (VALLADOLID)		
TÍTULO DEL PROYECTO _____		
GRANJA POTOSÍ S.L. PROMOTOR _____	VARIAS ESCALA _____	15 N° PLANO _____
INVERNADEROS DE VERMICOMPOSTAJE: DETALLES TÍTULO DEL PLANO _____		TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL ALUMNO/A: DIEGO CONDE CID FECHA: 14 DE JULIO DE 2020 FIRMA _____



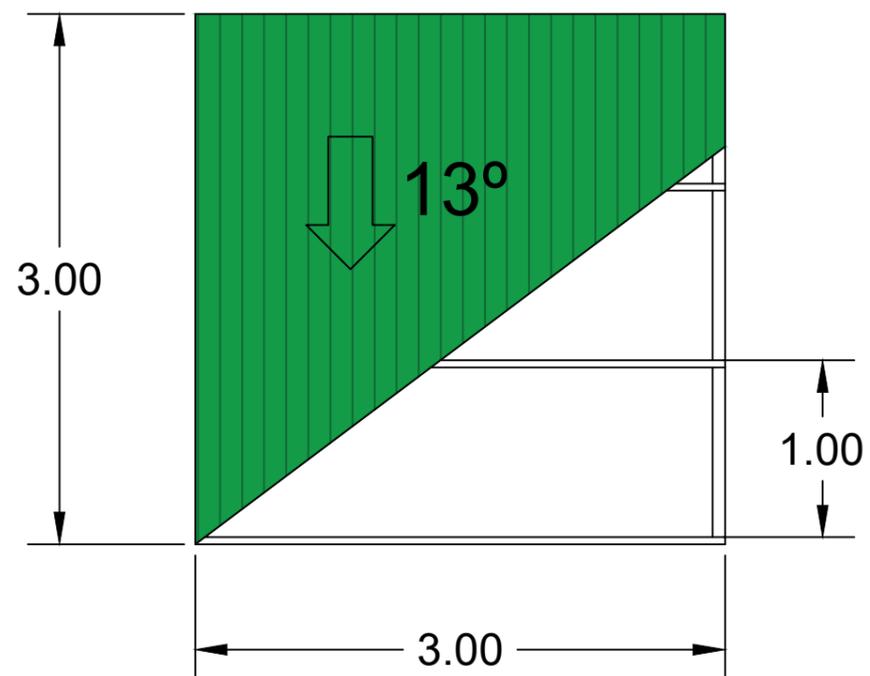
# ALZADO OESTE



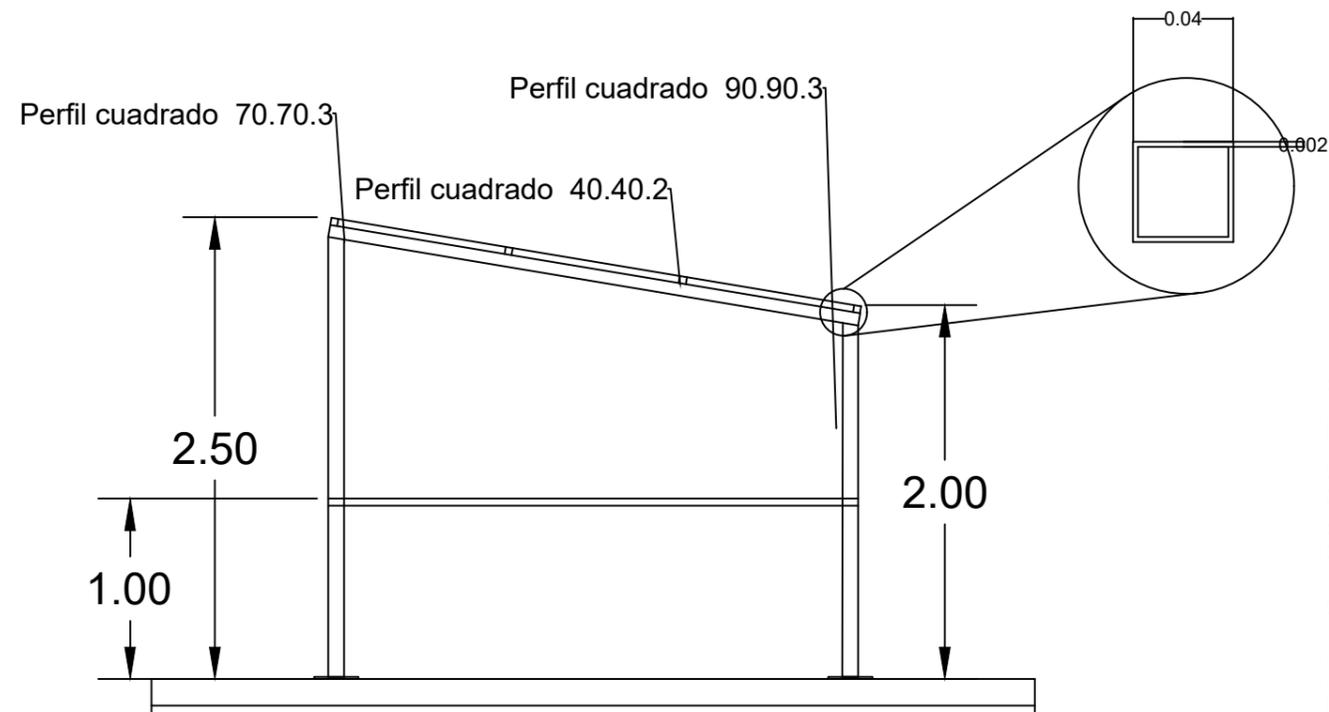
# ALZADO NORTE



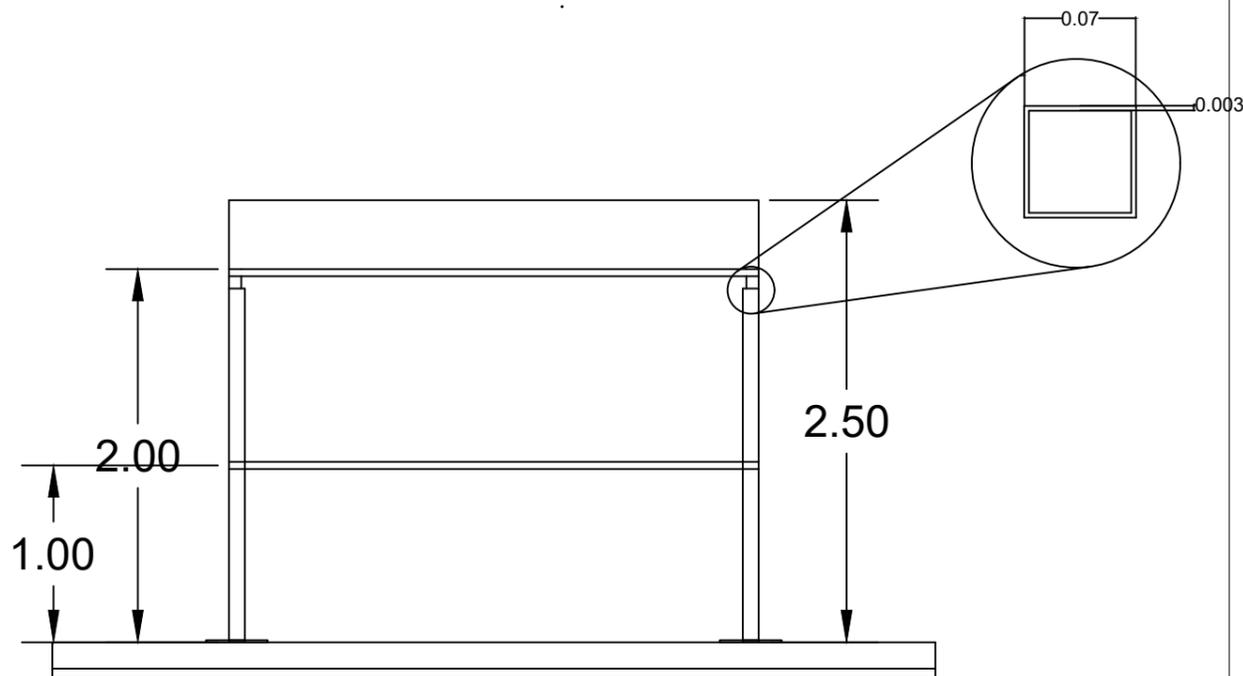
	<b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b>		
	PROYECTO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA GRANJA DE CONEJOS EN VALVERDE DE CAMPOS (VALLADOLID) TÍTULO DEL PROYECTO _____		
GRANJA POTOSÍ S.L. PROMOTOR _____		VARIAS ESCALA _____	16 Nº PLANO _____
CASETA DE RIEGO: ALZADOS TÍTULO DEL PLANO _____		TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL ALUMNO/A: DIEGO CONDE CID FECHA: 14 DE JULIO DE 2020 FIRMA _____	



E = 1:40



E = 1:40



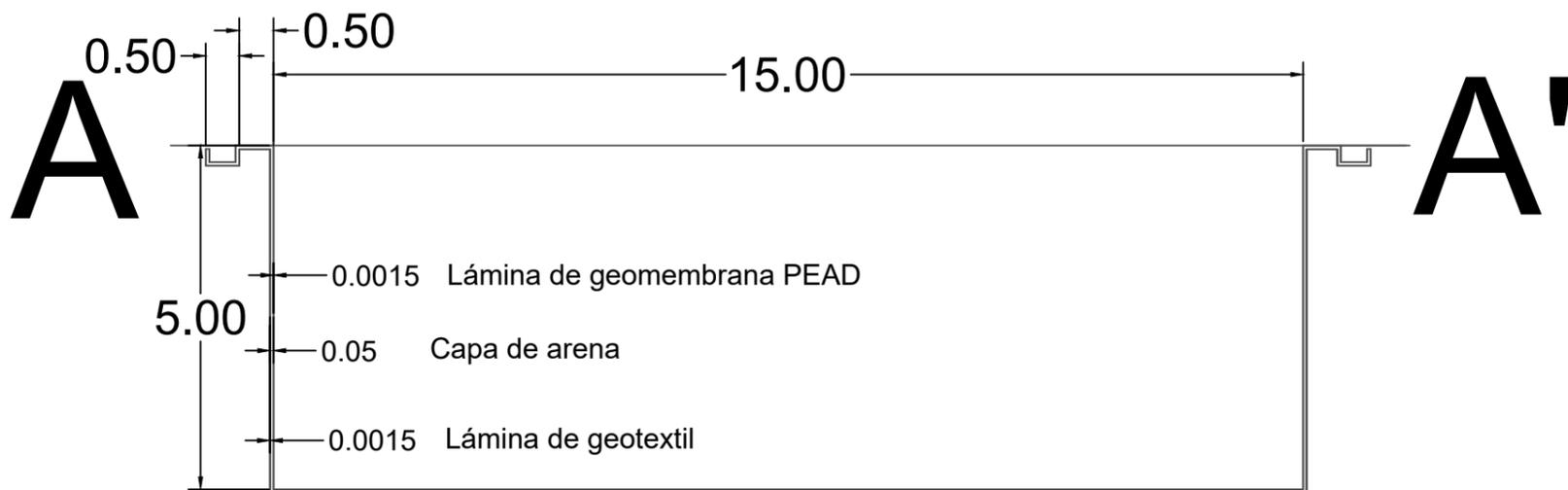
E = 1:40


**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)**

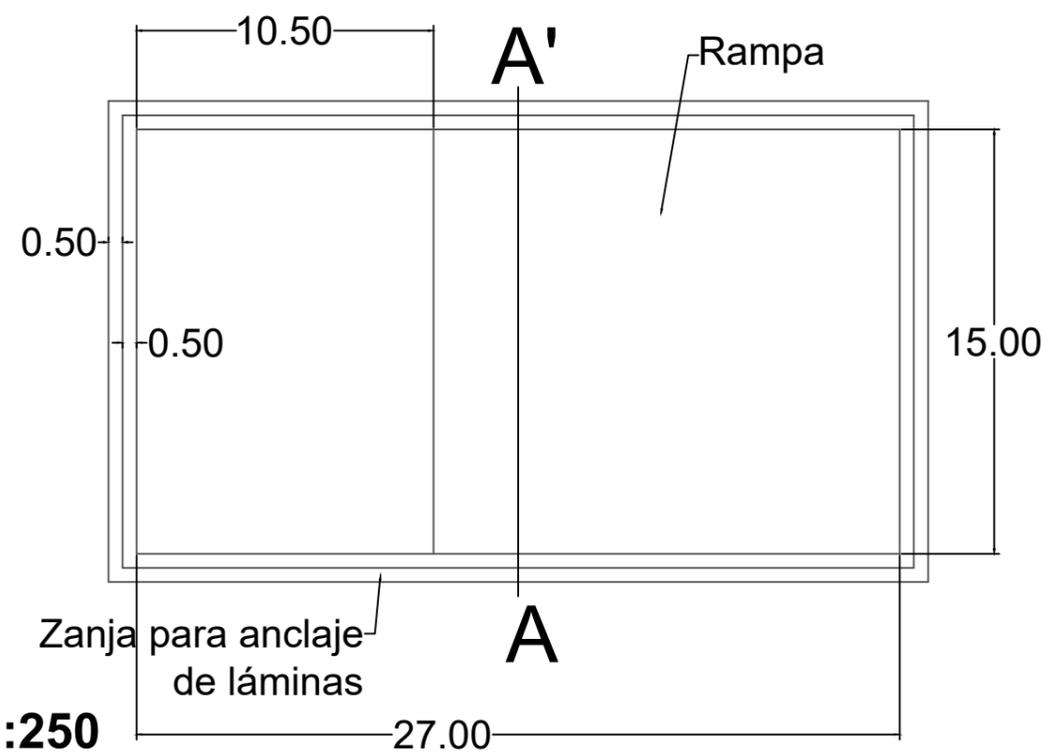

PROYECTO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA GRANJA DE CONEJOS EN VALVERDE DE CAMPOS (VALLADOLID)  
 TÍTULO DEL PROYECTO \_\_\_\_\_

PROMOTOR	ESCALA	Nº PLANO
GRANJA POTOSÍ S.L.	1:40	17

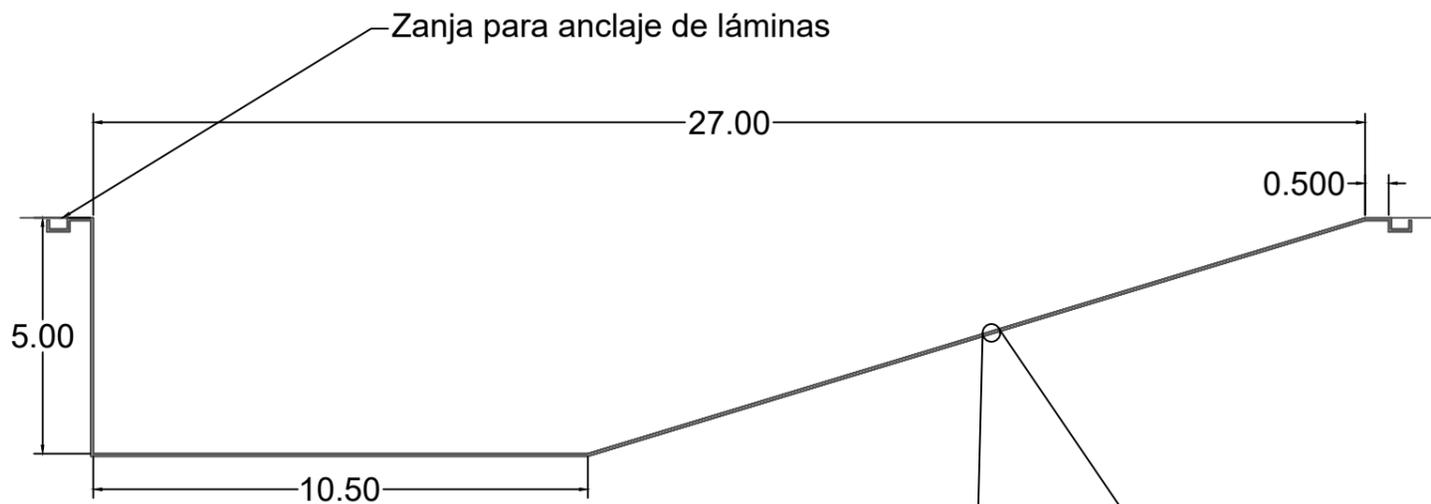
TÍTULO DEL PLANO	TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL
CASETA DE RIEGO: ESTRUCTURA Y CUBIERTA	ALUMNO/A: DIEGO CONDE CID
	FECHA: 14 DE JULIO DE 2020
	FIRMA _____



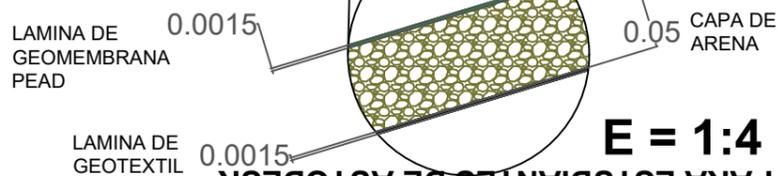
E = 1:100



E = 1:250



E = 1:150

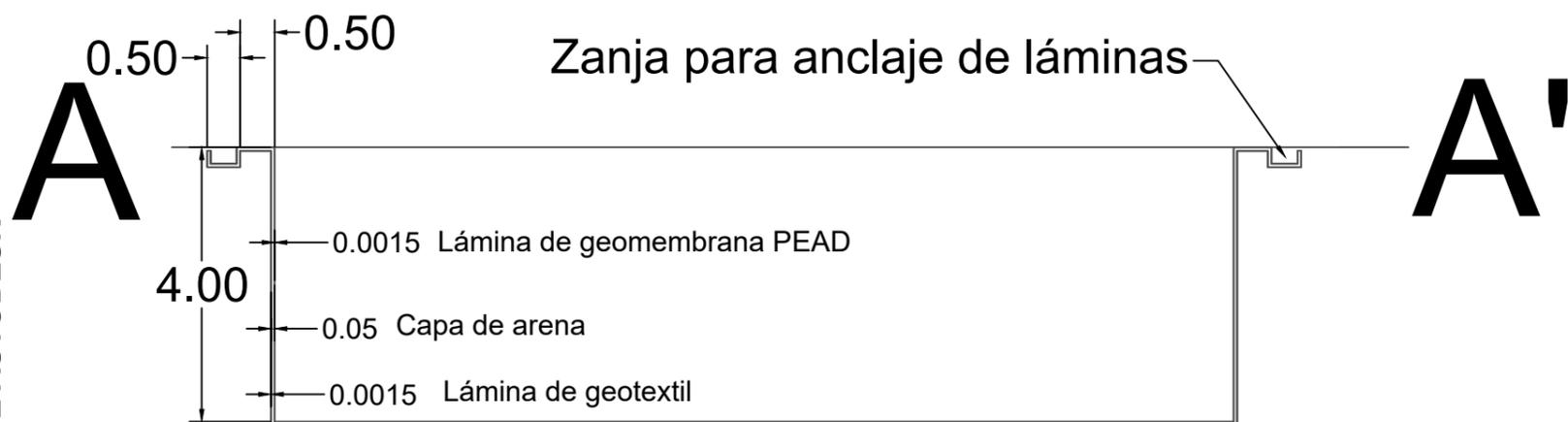


E = 1:4

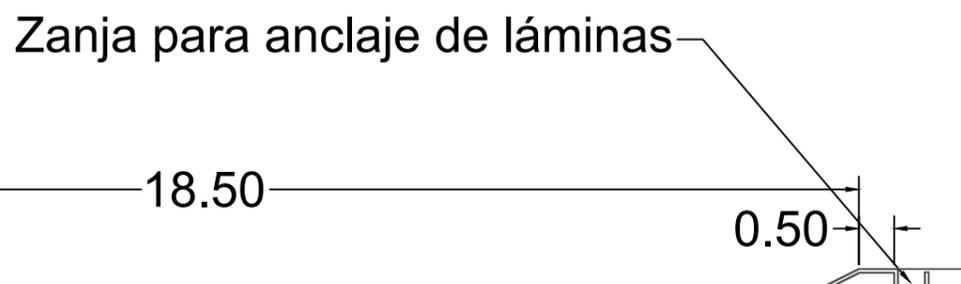
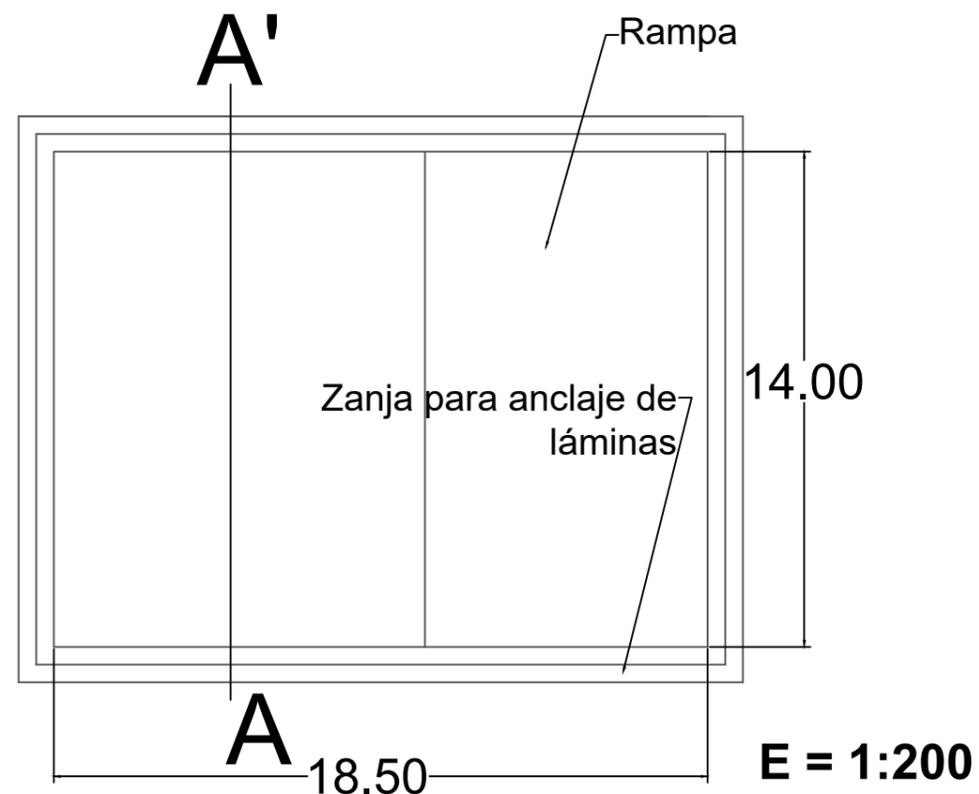
	<b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b>		
	PROYECTO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA GRANJA DE CONEJOS EN VALVERDE DE CAMPOS (VALLADOLID)		
TÍTULO DEL PROYECTO _____			
GRANJA POTOSÍ S.L. PROMOTOR	VARIAS ESCALA	18 Nº PLANO	
Balsa de Pluviales TÍTULO DEL PLANO		TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL ALUMNO/A: DIEGO CONDE CID FECHA: 14 DE JULIO DE 2020	
		FIRMA _____	

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

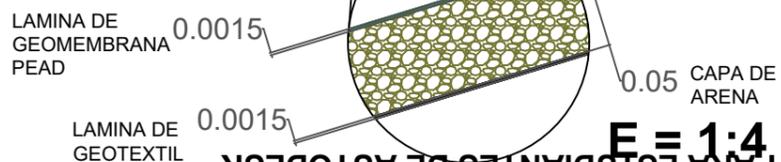
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



E = 1:100



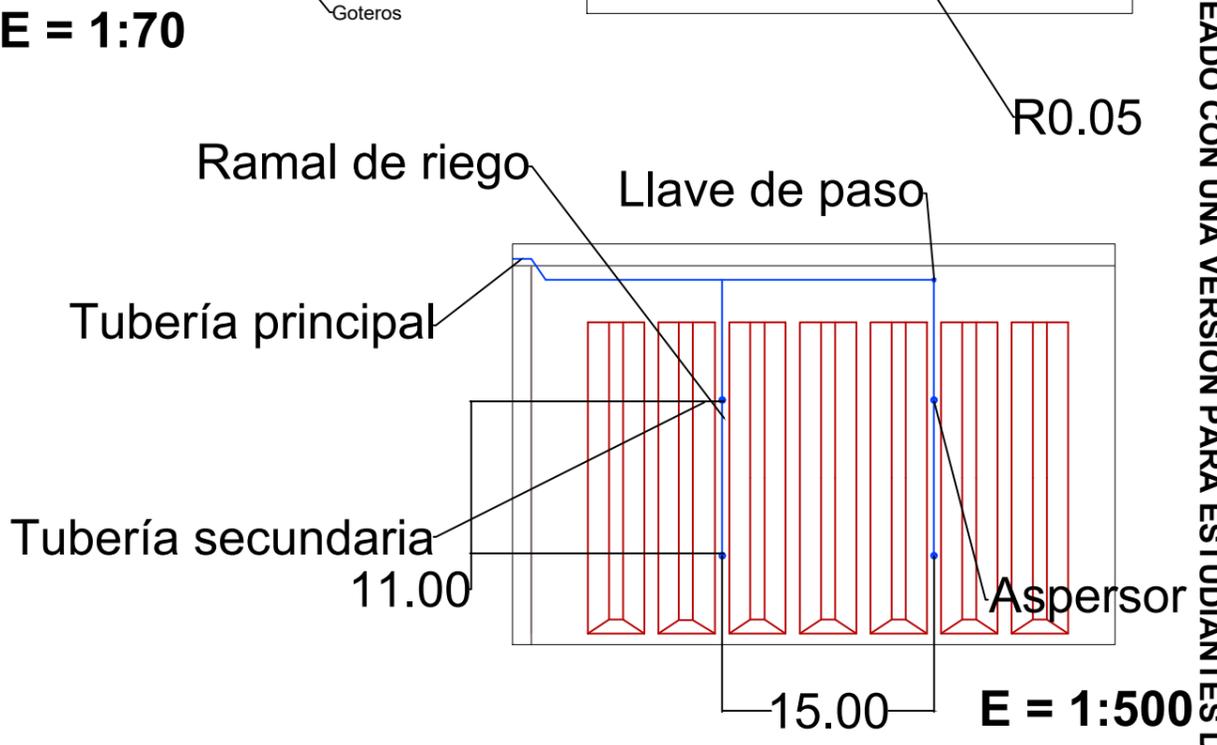
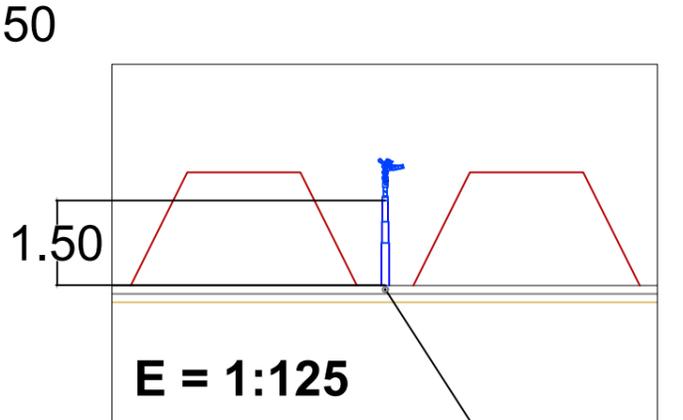
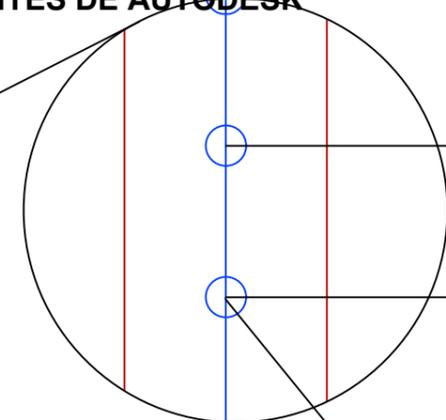
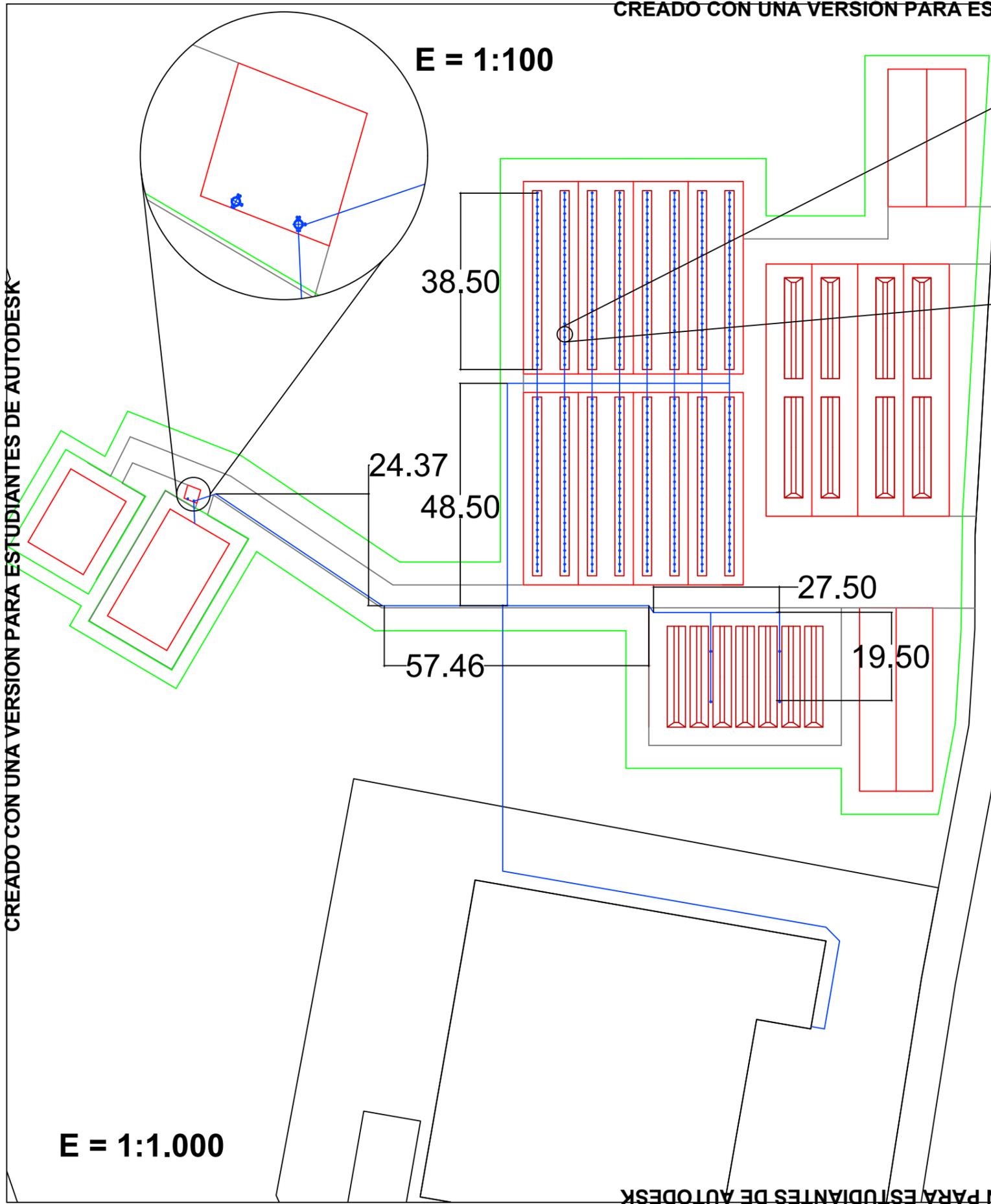
E = 1:100



 <b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b> 		
PROYECTO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA GRANJA DE CONEJOS EN VALVERDE DE CAMPOS (VALLADOLID) TÍTULO DEL PROYECTO _____		
GRANJA POTOSÍ S.L. PROMOTOR _____	VARIAS ESCALA _____	19 N° PLANO _____
Balsa de Lixiviados TÍTULO DEL PLANO _____		TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL ALUMNO/A: DIEGO CONDE CID FECHA: 14 DE JULIO DE 2020 FIRMA _____

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)**

PROYECTO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA GRANJA DE CONEJOS EN VALVERDE DE CAMPOS (VALLADOLID)

TÍTULO DEL PROYECTO \_\_\_\_\_

GRANJA POTOSÍ S.L.	VARIAS	20
PROMOTOR	ESCALA	Nº PLANO

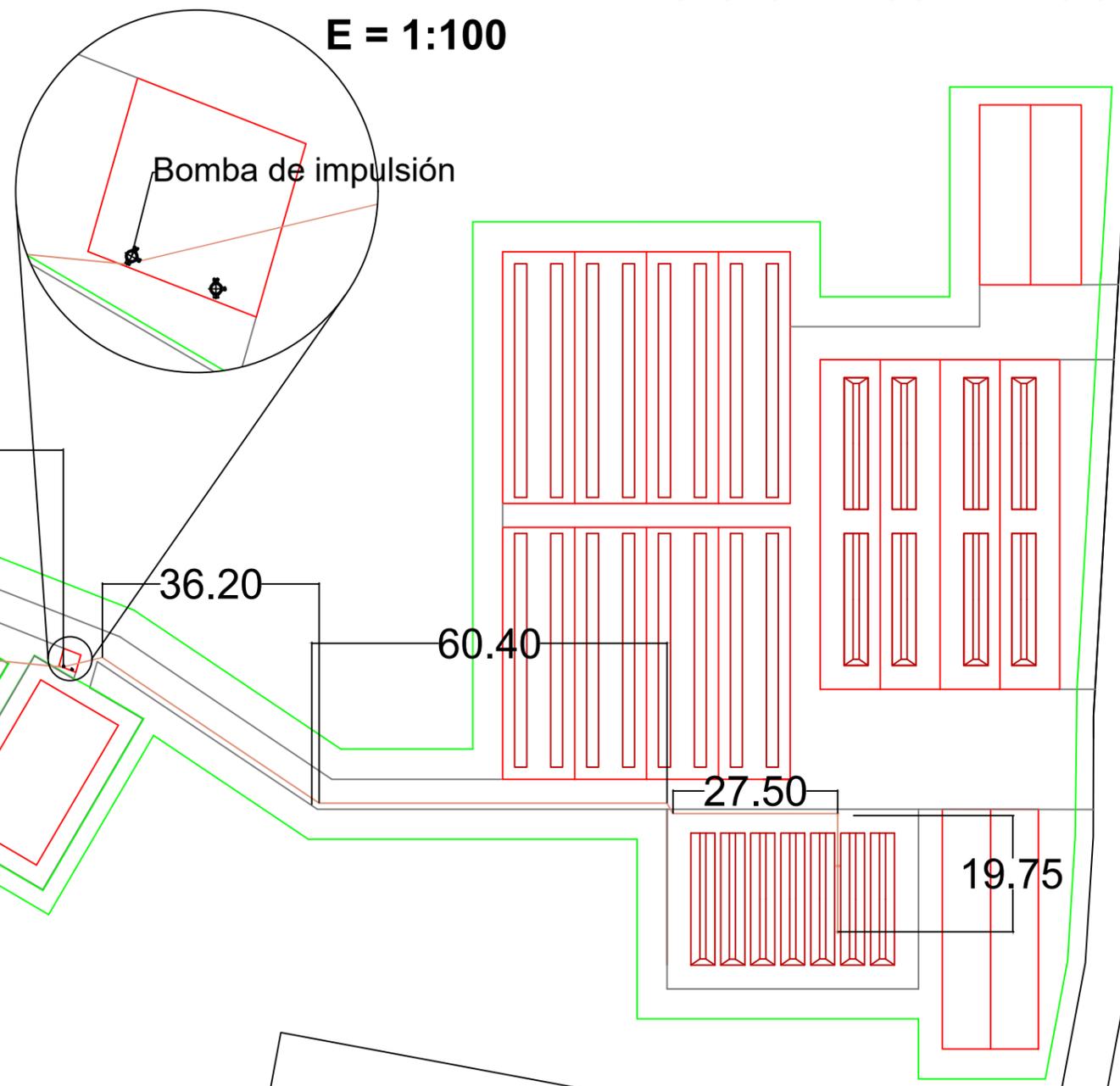
INSTALACIÓN DE RIEGO: PLUVIALES

TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL  
 ALUMNO/A: DIEGO CONDE CID

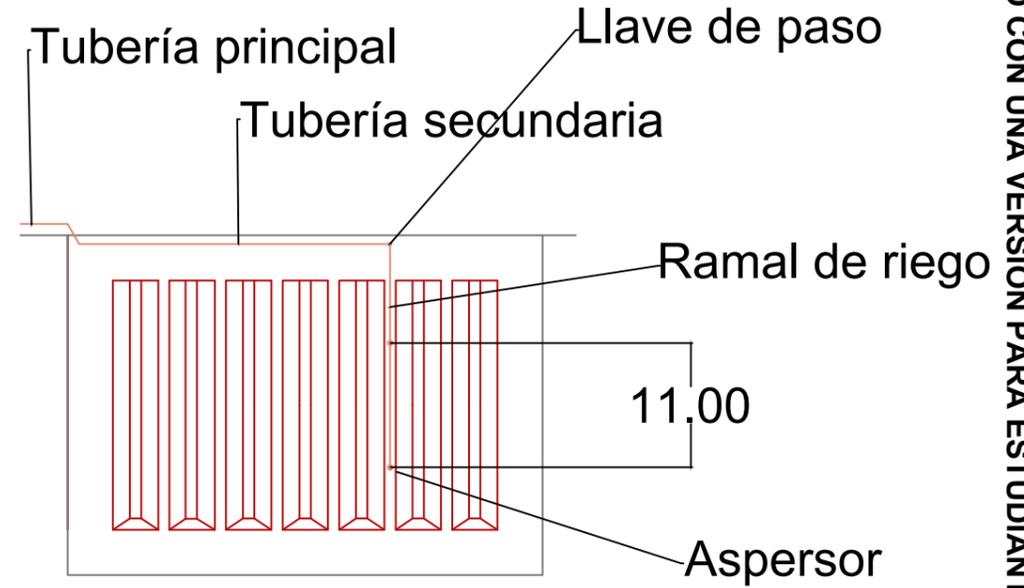
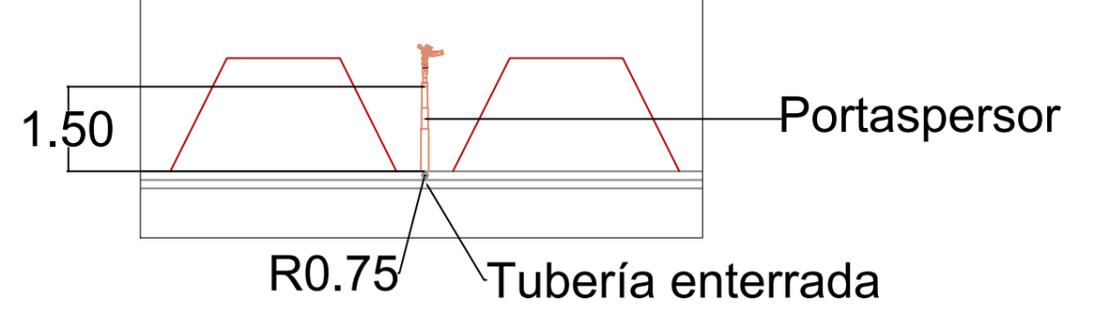
FECHA: 14 DE JULIO DE 2020

TÍTULO DEL PLANO \_\_\_\_\_ FIRMA \_\_\_\_\_

E = 1:100



E = 1:125



E = 1:625



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)



PROYECTO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA GRANJA DE CONEJOS EN VALVERDE DE CAMPOS (VALLADOLID)

TÍTULO DEL PROYECTO

GRANJA POTOSÍ S.L.	VARIAS	21
PROMOTOR	ESCALA	Nº PLANO

INSTALACIÓN DE RIEGO: LIXIVIADOS	TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL
TÍTULO DEL PLANO	ALUMNO/A: DIEGO CONDE CID
	FECHA: 14 DE JULIO DE 2020
	FIRMA

E = 1:1.000

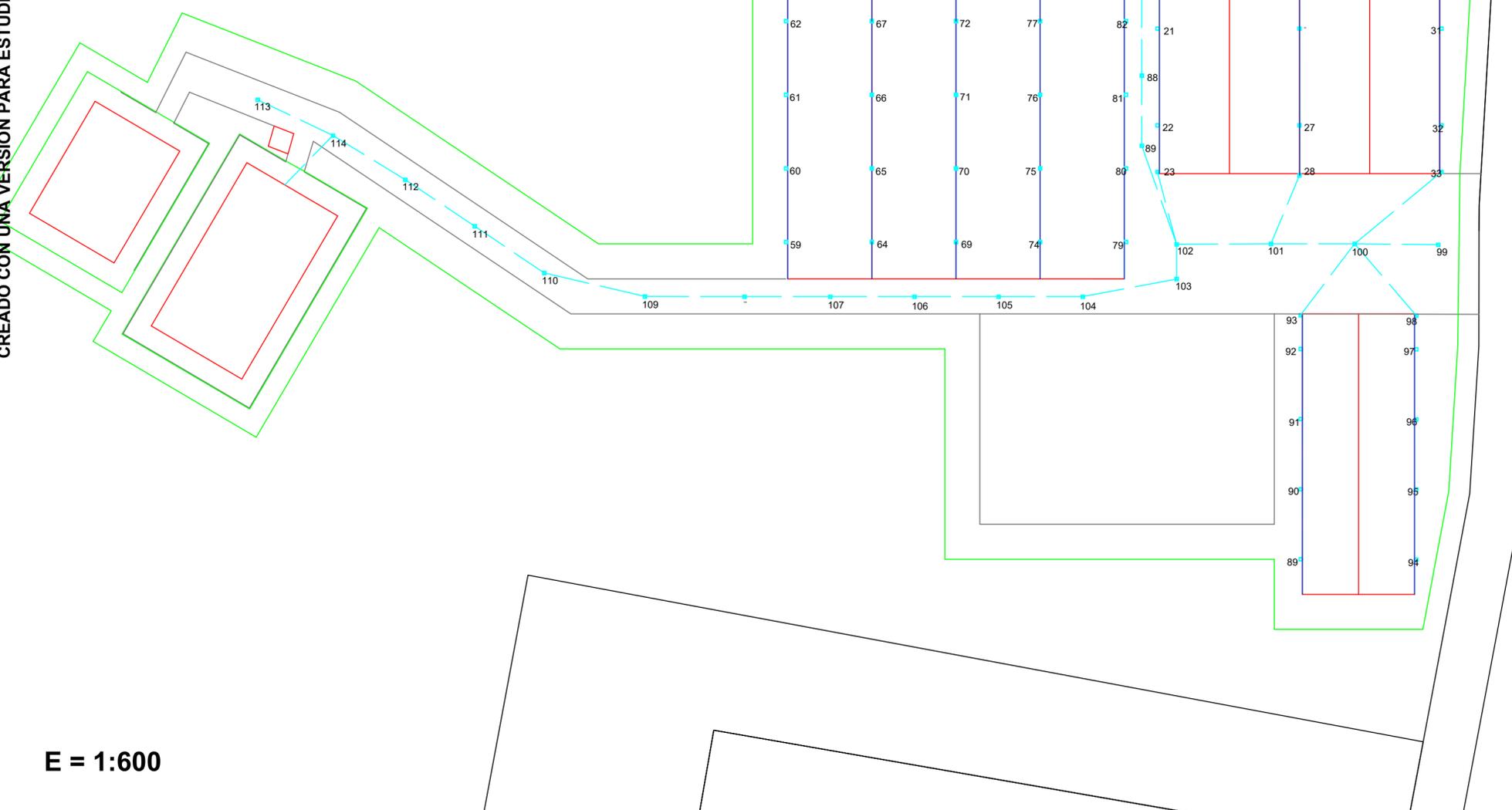
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

-  Arqueta
-  Canalón
-  Colector

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



E = 1:600

 <b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b> 		
PROYECTO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA GRANJA DE CONEJOS EN VALVERDE DE CAMPOS (VALLADOLID) TÍTULO DEL PROYECTO _____		
GRANJA POTOSÍ S.L. PROMOTOR _____	1:600 ESCALA _____	22 N° PLANO _____
INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO: PLUVIALES TÍTULO DEL PLANO _____	TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL ALUMNO/A: DIEGO CONDE CID FECHA: 14 DE JULIO DE 2020	FIRMA _____

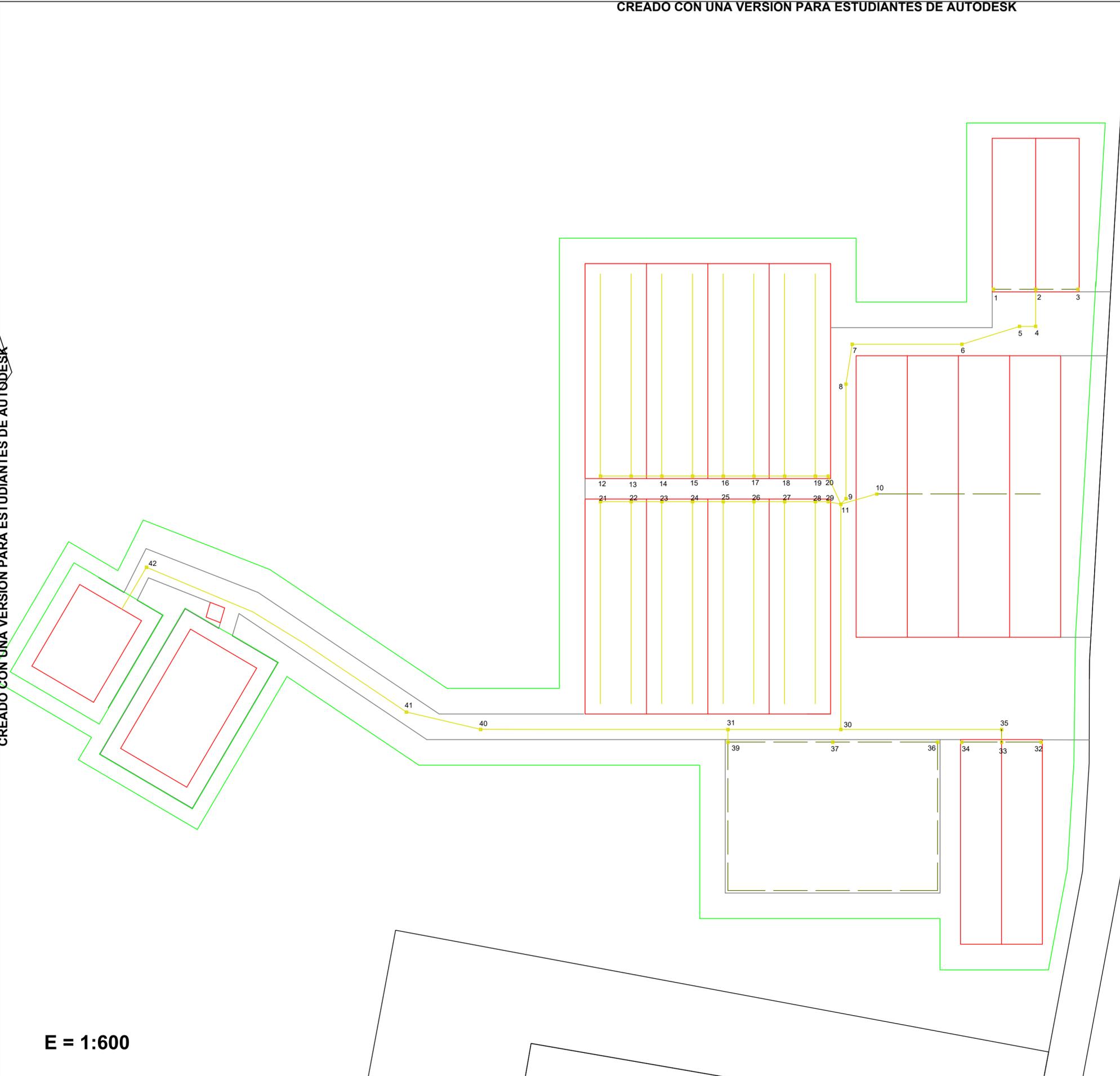
 ARQUETA

 COLECTOR ENTERRADO

 CUNETETA

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



E = 1:600

 <b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b> 	
PROYECTO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA GRANJA DE CONEJOS EN VALVERDE DE CAMPOS (VALLADOLID)	
TÍTULO DEL PROYECTO _____	
GRANJA POTOSÍ S.L.	ESCALA 1:600
PROMOTOR _____	Nº PLANO 23
TÍTULO DEL PLANO _____	TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL ALUMNO/A: DIEGO CONDE CID FECHA: 14 DE JULIO DE 2020 FIRMA _____

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

-  Cuadro secundario
-  Cuadro principal
-  Luminaria interior
-  Luminaria exterior
-  Cableado entubado
-  Cableado enterrado

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



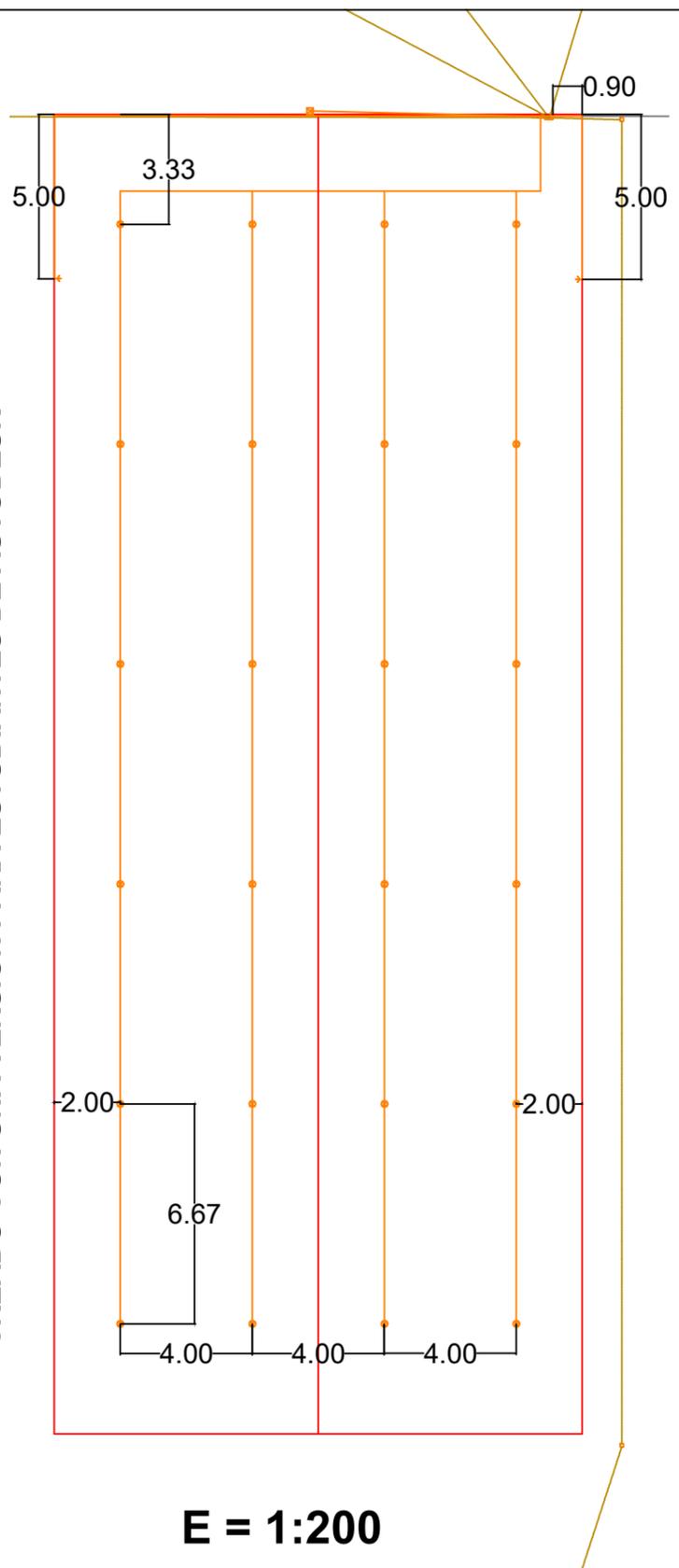
E = 1:1.000

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

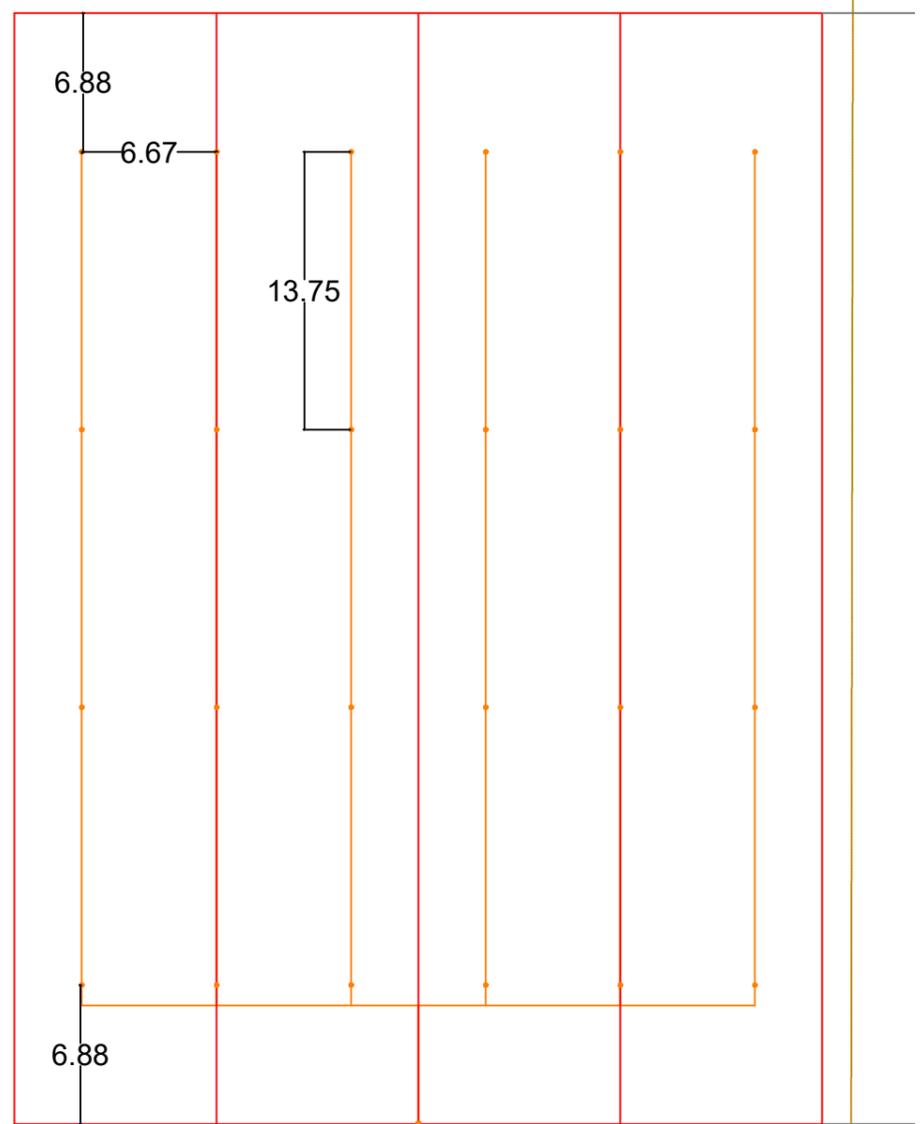
	<b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b>		
	PROYECTO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA GRANJA DE CONEJOS EN VALVERDE DE CAMPOS (VALLADOLID)		
TÍTULO DEL PROYECTO _____			
GRANJA POTOSÍ S.L. PROMOTOR _____	1:1.000 ESCALA _____	24 Nº PLANO _____	
INSTALACIÓN DE ELÉCTRICA: PLANO GENERAL TÍTULO DEL PLANO _____		TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL ALUMNO/A: DIEGO CONDE CID FECHA: 14 DE JULIO DE 2020 FIRMA _____	

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

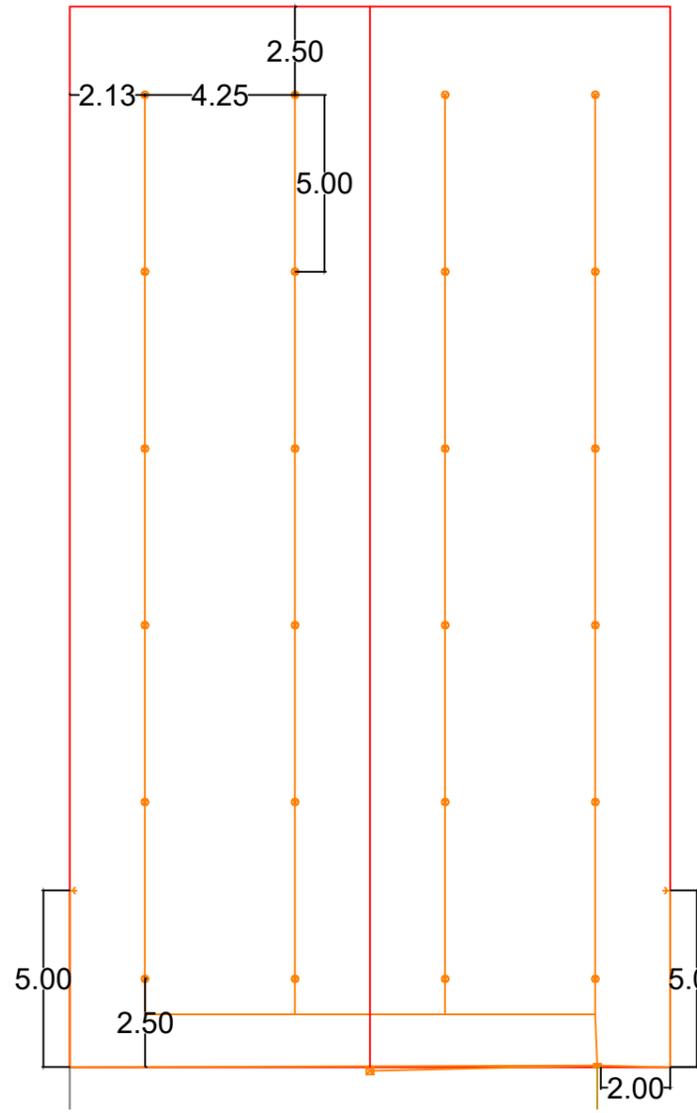
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



E = 1:200



E = 1:350



E = 1:200

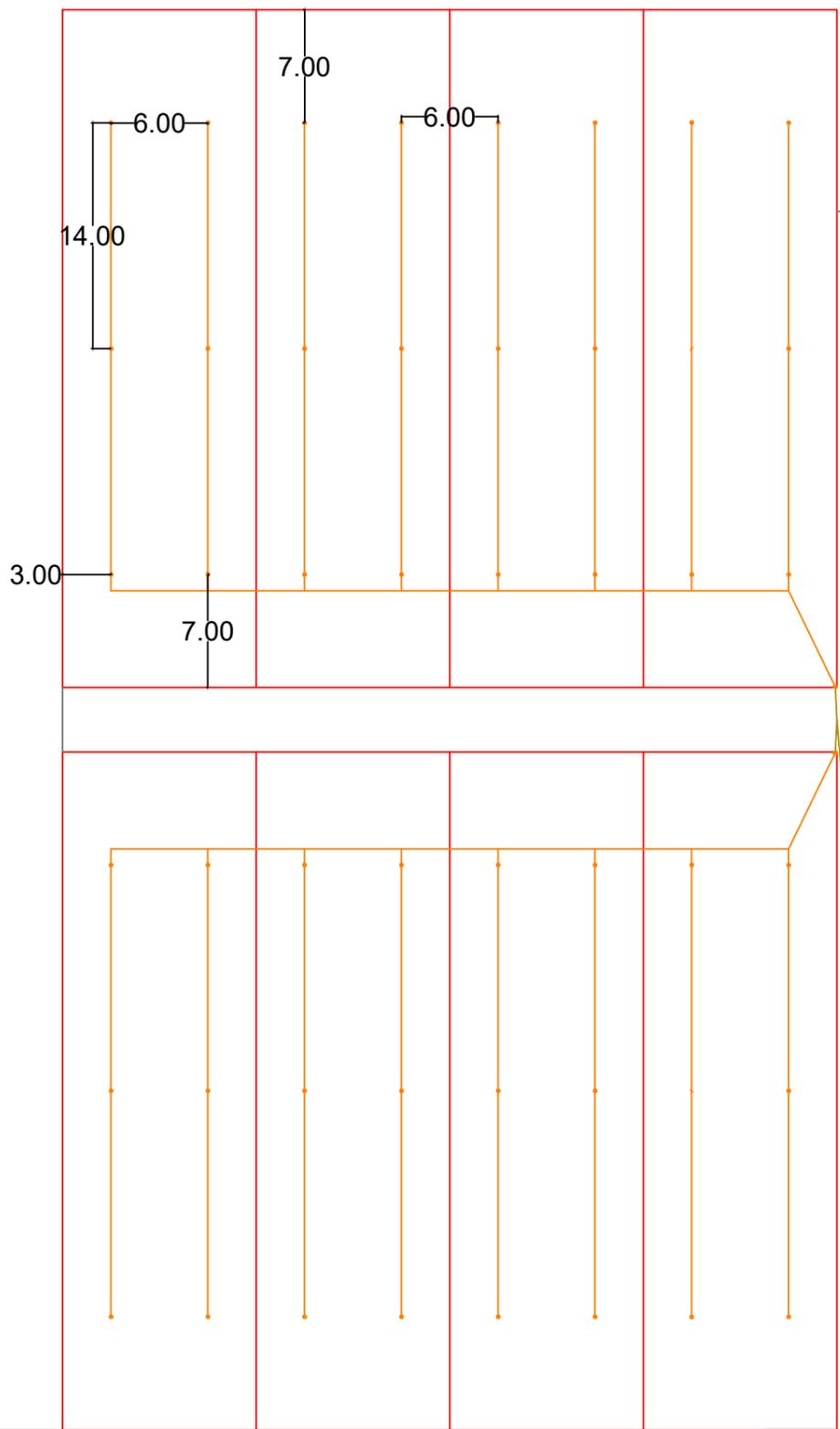
- ▣ Cuadro secundario
- ▣ Cuadro principal
- ⊗ Luminaria interior
- ⊠ Luminaria exterior
- Cableado entubado
- Cableado enterrado

 <b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b> 		
PROYECTO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA GRANJA DE CONEJOS EN VALVERDE DE CAMPOS (VALLADOLID)		
TÍTULO DEL PROYECTO _____		
GRANJA POTOSÍ S.L. PROMOTOR _____	VARIOS ESCALA _____	25 Nº PLANO _____
INSTALACIÓN DE ELÉCTRICA: EDIFICIOS I TÍTULO DEL PLANO _____		TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL ALUMNO/A: DIEGO CONDE CID FECHA: 14 DE JULIO DE 2020 FIRMA _____

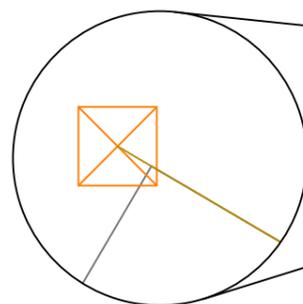
# BALSAS

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

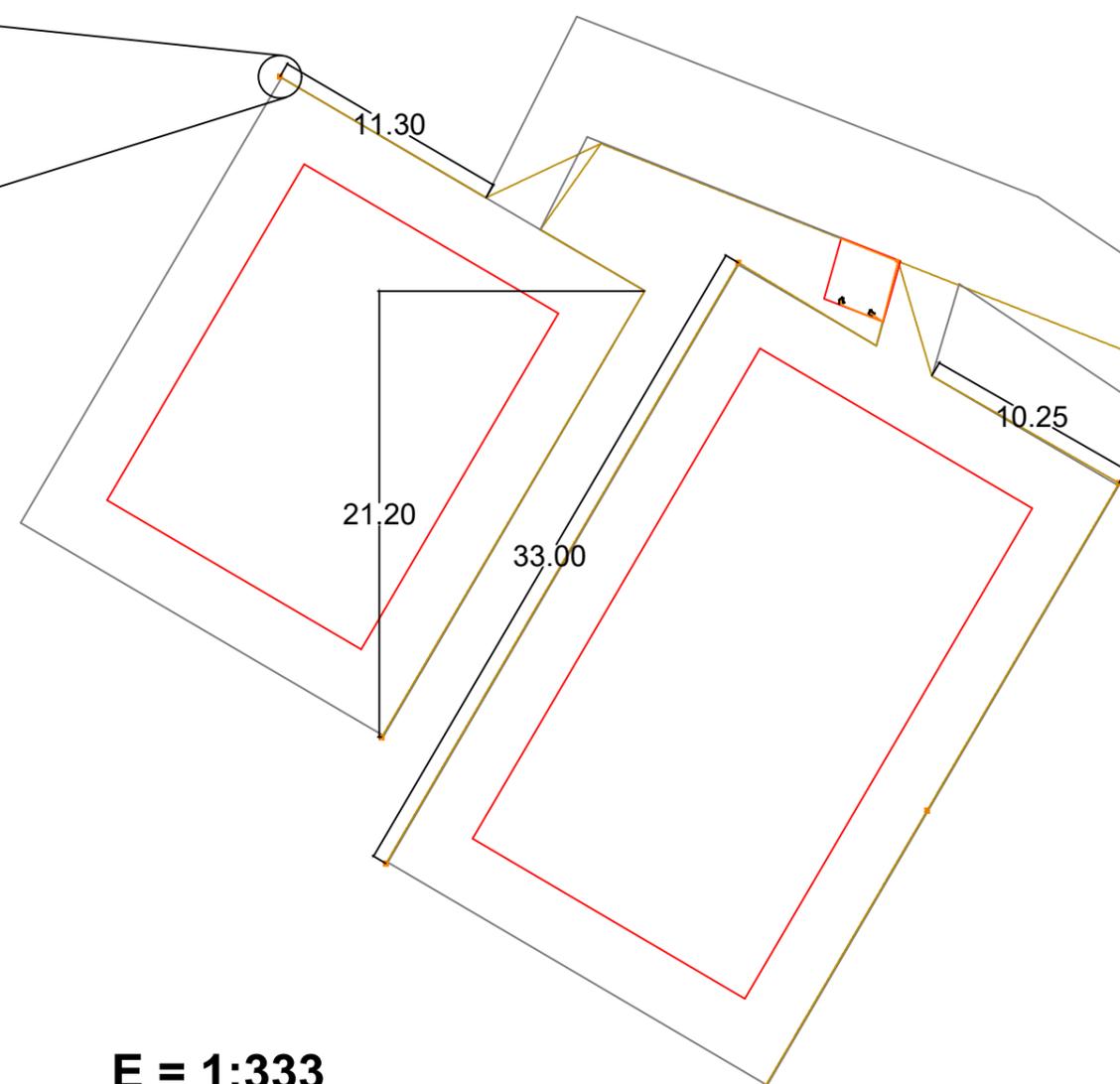


**E = 1:400**



**E = 1:18**

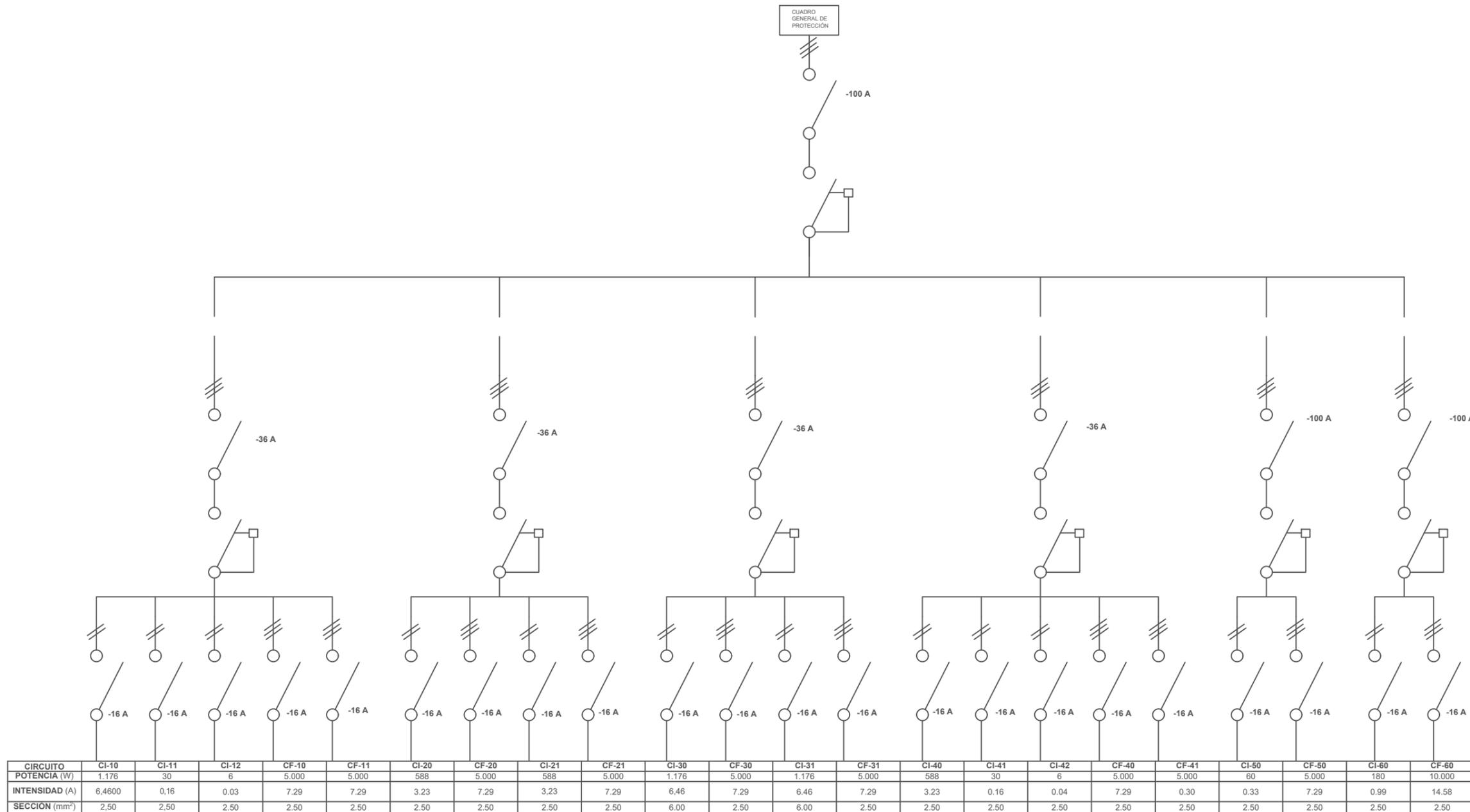
INVERNADEROS  
VERMICOMPOSTAJE



**E = 1:333**

-  Cuadro secundario
-  Cuadro principal
-  Luminaria interior
-  Luminaria exterior
-  Cableado entubado
-  Cableado enterrado

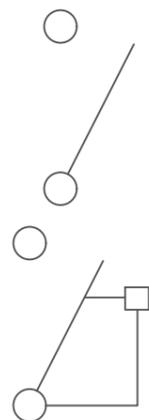
 <b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b> <b>E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)</b> 		
PROYECTO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA GRANJA DE CONEJOS EN VALVERDE DE CAMPOS (VALLADOLID) TÍTULO DEL PROYECTO _____		
GRANJA POTOSÍ S.L. PROMOTOR _____	VARIOS ESCALA _____	26 N° PLANO _____
INSTALACIÓN DE ELÉCTRICA: EDIFICIOS I TÍTULO DEL PLANO _____		TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL ALUMNO/A: DIEGO CONDE CID FECHA: 14 DE JULIO DE 2020 FIRMA _____



CIRCUITO	CI-10	CI-11	CI-12	CF-10	CF-11	CI-20	CF-20	CI-21	CF-21	CI-30	CF-30	CI-31	CF-31	CI-40	CI-41	CI-42	CF-40	CF-41	CI-50	CF-50	CI-60	CF-60
POTENCIA (W)	1.176	30	6	5.000	5.000	588	5.000	588	5.000	1.176	5.000	1.176	5.000	588	30	6	5.000	5.000	60	5.000	180	10.000
INTENSIDAD (A)	6,4600	0,16	0,03	7,29	7,29	3,23	7,29	3,23	7,29	6,46	7,29	6,46	7,29	3,23	0,16	0,04	7,29	0,30	0,33	7,29	0,99	14,58
SECCION (mm <sup>2</sup> )	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	6,00	2,50	6,00	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50

Elementos eléctricos:

- Cuadro secundario
- Interruptor diferencial
- Interruptor magnetotérmico



**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**E.T.S DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)**



PROYECTO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA GRANJA DE CONEJOS EN VALVERDE DE CAMPOS (VALLADOLID)

TÍTULO DEL PROYECTO \_\_\_\_\_

GRANJA POTOSÍ S.L.

PROMOTOR \_\_\_\_\_

27

ESCALA \_\_\_\_\_

Nº PLANO \_\_\_\_\_

ESQUEMA UNIFILAR

TÍTULO DEL PLANO \_\_\_\_\_

TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL

ALUMNO/A: DIEGO CONDE CID

FECHA: 14 DE JULIO DE 2020

FIRMA \_\_\_\_\_

**DOCUMENTO 3: PLIEGO DE  
CONDICIONES**



## ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

<b>CAPÍTULO I. DISPOSICIONES GENERALES</b>	<b>1</b>
Artículo 1. Objeto del pliego de condiciones	1
Artículo 2. Contrato de obra	1
Artículo 3. Documentación del contrato de obra	1
Artículo 4. Proyecto arquitectónico	1
Artículo 5. Calidad de los materiales	2
Artículo 6. Condiciones generales de ejecución	2
Artículo 7. Anuncios y carteles	3
Artículo 8. Copia de documentos	3
<b>CAPÍTULO II. CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA</b>	<b>3</b>
Artículo 9. Replanteo	3
Artículo 10. Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos	3
Artículo 11. Orden de los trabajos	4
Artículo 12. Demoliciones	4
Artículo 13. Movimientos de tierras	4
Artículo 14. Red horizontal de saneamiento	4
Artículo 15. - Cimentaciones	5
Artículo 16. Hormigones	5
Artículo 17. Acero laminado.	6
Artículo 18. Cubiertas y coberturas	6
Artículo 19. Albañilería	7
Artículo 20. Carpintería y cerrajería	8
Artículo 21. Red vertical de saneamiento	8
Artículo 22. Instalación eléctrica	9
Artículo 23. Instalaciones de fontanería	9
Artículo 24. Instalaciones de protección	9
Artículo 25. Obras o instalaciones no especificadas	10
Artículo 26. Tuberías de PVC	10
Artículo 27. Acoples y juntas	11
Artículo 28. Piezas de conexión	11
Artículo 29. Válvulas	11
Artículo 30. Grupos de bombeo	11
Artículo 31. Limpieza de conducciones	12
Artículo 32. Instalación de tuberías	12
Artículo 33. Comprobación de la instalación	12
Artículo 34. Características de la maquinaria	12
Artículo 35. Documentos que definen la maquinaria	12

---

Artículo 36. Utilización	13
Artículo 37. Manejo y mantenimiento	13
Artículo 38. Almacenamiento	13
Artículo 39. Averías	13
Artículo 40. Seguridad personal	13
Artículo 41. Reglamentación	13
<b>CAPÍTULO III. CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO</b>	<b>14</b>
Artículo 42. Delimitación general de las funciones técnicas	14
Artículo 43. La dirección facultativa	16
Artículo 44. Visitas facultativa	16
Artículo 45. Obligaciones y derechos generales del constructor	16
Artículo 46. Prescripciones generales relativas a los trabajos, a los materiales y a los medios auxiliares	19
Artículo 47. De las recepciones de edificios y obras anejas	23
<b>CAPÍTULO IV. CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA</b>	<b>25</b>
Artículo 48. Definición	25
Artículo 49. Criterio general	25
Artículo 50. Contrato de obra	26
Artículo 51. Fianzas	27
Artículo 52. Fianza provisional	27
Artículo 53. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza	27
Artículo 54. De su devolución general	27
Artículo 55. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales	27
Artículo 56. Composición de los precios unitarios	28
Artículo 57. Precios de contrata. Importe de contrata	29
Artículo 58. Precios contradictorios	29
Artículo 59. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios	29
Artículo 60. De la revisión de los precios contratados	30
Artículo 61. Acopio de materiales	30
Artículo 62. Reclamación de aumento de precios	30
Artículo 63. Administración	30
Artículo 64. Obras por Administración directa	31
Artículo 65. Obras por Administración delegada o indirecta	31
Artículo 66. Liquidación de obras por Administración	31
Artículo 67. Abono al Constructor de las cuentas de Administración delegada	32
Artículo 68. Responsabilidad del Constructor	32
Artículo 69. Forma y plazos de abono de las obras	33
Artículo 70. Relaciones valoradas y certificaciones	33
Artículo 71. Mejoras de obras libremente ejecutadas	34
Artículo 72. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada	34
Artículo 73. Abono de agotamientos, ensayos y otros trabajos especiales no contratados	34
Artículo 74. Pagos	35

---

Artículo 75. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía	35
Artículo 76. Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras	35
Artículo 77. Demora de los pagos por parte del Promotor	36
Artículo 78. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios	36
Artículo 79. Unidades de obra defectuosas pero aceptables	36
Artículo 80. Seguro de las obras	37
Artículo 81. Conservación de la obra	37
Artículo 82. Uso por el Contratista de edificio o bienes del Promotor	37
Artículo 83. Liquidación económica de las obras	38
Artículo 84. Liquidación final de la obra	38
<b>CAPÍTULO V. CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL</b>	<b>38</b>
Artículo 85. Jurisdicción	38
Artículo 86. Contratista	39
Artículo 87. Sistemas de contratación	39
Artículo 88. Adjudicación de las obras	40
Artículo 89. Formalización del contrato	40
Artículo 90. Responsabilidad del contratista	40
Artículo 91. Accidentes de trabajo y daños a terceros	41
Artículo 92. Pago de tributos	41
Artículo 93. Hallazgos	41
Artículo 94. Causas de rescisión del contrato	42
Artículo 95. Litigios y reclamaciones el contratista	43
Artículo 96. Liquidación en caso de rescisión	43
Artículo 97. Dudas y omisiones en la realización del proyecto	43
Artículo 98. Tribunales	44



## **CAPÍTULO I. DISPOSICIONES GENERALES**

### **Artículo 1. Objeto del pliego de condiciones**

La finalidad de este pliego de condiciones es la de fijar los criterios de la relación que se establece entre los agentes que intervienen en las obras definidas en el presente proyecto y servir de base para la realización del contrato de obra entre el promotor y el contratista.

### **Artículo 2. Contrato de obra**

Se recomienda la contratación de la ejecución de las obras por unidades de obra, con arreglo a los documentos del proyecto y en cifras fijas. A tal fin, el director de obra ofrecerá la documentación necesaria para la realización del contrato de obra.

### **Artículo 3. Documentación del contrato de obra**

Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

1. Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiera.
2. Memoria, planos, mediciones y presupuesto.
3. El presente Pliego de Condiciones particulares.
4. El Pliego General de Condiciones.

Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de las obras se incorporan al Proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

### **Artículo 4. Proyecto arquitectónico**

El proyecto arquitectónico es el conjunto de documentos que definen y determinan las exigencias técnicas, funcionales y estéticas de las obras contempladas en el artículo 2 de la Ley de Ordenación de la Edificación. En él se justificará técnicamente las soluciones propuestas de acuerdo con las especificaciones requeridas por la normativa técnica aplicable.

Quando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos sobre tecnologías específicas o instalaciones del edificio,

se mantendrá entre todos ellos la necesaria coordinación, sin que se produzca una duplicidad en la documentación ni en los honorarios a percibir por los autores de los distintos trabajos indicados.

Los documentos complementarios al proyecto serán:

- Todos los planos o documentos de obra que, a lo largo de la misma, vaya suministrando la dirección de obra como interpretación, complemento o precisión.
- El libro de órdenes y asistencias.
- El programa de Control de Calidad de Edificación y su libro de control.
- El Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico de Seguridad y Salud en las obras.
- El Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, elaborado por cada contratista.
- Licencias y otras autorizaciones administrativas.

### **Artículo 5. Calidad de los materiales**

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Los productos de construcción que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado CE, de conformidad con la Directiva 89/106/CEE de productos de construcción, transpuesta por el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, modificado por el Real Decreto 1329/1995, de 28 de julio, y disposiciones de desarrollo, u otras Directivas Europeas que les sean de aplicación.

### **Artículo 6. Condiciones generales de ejecución**

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, de acuerdo con las condiciones establecidas en el artículo 7, del Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

### **Artículo 7. Anuncios y carteles**

Sin previa autorización del promotor, no se podrán colocar en las obras ni en sus vallas más inscripciones o anuncios que los convenientes al régimen de los trabajos y los exigidos por la autoridad competente.

### **Artículo 8. Copia de documentos**

El contratista, a su costa, tiene derecho a sacar copias de los documentos integrantes del proyecto.

## **CAPÍTULO II. CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA**

### **Artículo 9. Replanteo**

Antes de dar comienzo las obras, el Ingeniero Técnico Director auxiliado del personal subalterno necesario y en presencia del Contratista o de su representante, procederá al replanteo general de la obra. Una vez finalizado el mismo se levantará el acta de comprobación del replanteo.

Los replanteos de detalle se llevarán a cabo de acuerdo con las instrucciones y órdenes del Ingeniero Técnico Director de la Obra, quien realizará las comprobaciones necesarias en presencia del Contratista o de su representante.

El Contratista se hará cargo de las estacas, señales y referencias que se dejen en el terreno como consecuencia del replanteo.

### **Artículo 10. Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos**

El Constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Contrato suscrito con el promotor, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

De no existir mención alguna al respecto en el contrato de obra, se estará al plazo previsto en el Estudio de Seguridad y Salud, y si este tampoco lo contemplara, las obras deberán comenzarse un mes antes de que venza el plazo previsto en las normativas urbanísticas de aplicación.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero y al Ingeniero Técnico y al Coordinador de seguridad y salud del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

### **Artículo 11. Orden de los trabajos**

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

### **Artículo 12. Demoliciones**

Se refiere el presente artículo a las condiciones relativas a la progresiva demolición, elemento a elemento, desde la cubierta hasta la cimentación de edificios que no presenten síntomas de ruina inminente. Comprende también la demolición por empuje de edificios o restos de edificios de poca altura, así como criterios de demolición por colapso.

Se adoptará lo prescrito en la Norma NTE-ADD "Acondicionamiento del terreno. Desmontes. Demoliciones", en cuanto a Condiciones Generales de ejecución, criterios de valoración y de mantenimiento.

Para la demolición de las cimentaciones y elementos enterrados se consultará además de la norma NTE-ADV, para los apeos y apuntalamiento, la norma NTE-EMA.

### **Artículo 13. Movimientos de tierras**

Se refiere el presente artículo a los desmontes y terraplenes para dar al terreno la rasante de explanación, la excavación a cielo abierto realizada con medios manuales y/o mecánicos y a la excavación de zanjas y pozos. Comprende los trabajos previos de limpieza y desbroce del terreno y la retirada de la tierra vegetal.

Se adoptan las condiciones generales de seguridad en el trabajo, así como las condiciones relativas a los materiales, control de ejecución, valoración y mantenimiento que especifican las normas:

NTE-AD "Acondicionamiento del Terreno, Desmontes".

NTE-ADE "Explanaciones"

NTE-ADV "Vaciados"

NTE-ADZ "Zanjas y pozos"

### **Artículo 14. Red horizontal de saneamiento**

Contempla el presente artículo las condiciones relativas a los diferentes aspectos relacionados con los sistemas de captación y conducción de aguas del subsuelo para protección de la obra contra la humedad.

Se adoptan las condiciones generales de ejecución y seguridad en el trabajo, condiciones relativas a los materiales y equipos de origen industrial, control de la ejecución, criterios relativos a la prueba de servicio, criterios de valoración y normas para el mantenimiento del terreno, establecidas en la NTE "Saneamientos, Drenajes y Arenamientos", así como lo establecido en la Orden de 15 de Septiembre de 1.986, del MOPU.

### **Artículo 15. - Cimentaciones**

Las secciones y cotas de profundidad serán las que el Ingeniero Técnico Director señale, con independencia de lo señalado en el Proyecto, que tienen carácter meramente informativo. No se rellenarán los cimientos hasta que lo ordene el Director.

El Ingeniero Técnico Director queda facultado para introducir las cimentaciones especiales o modificaciones que juzgue oportuno en función de las características particulares que presente el terreno.

Se adoptan las condiciones relativas a materiales, control, valoración, mantenimiento y seguridad especificados en las normas:

NTE-CSZ "Cimentaciones superficiales. Zapatas"

NTE-CSC "Cimentaciones superficiales corridas" NTE-CSL "Cimentaciones superficiales. Losas"

### **Artículo 16. Hormigones**

Se refiere el presente artículo a las condiciones relativas a los materiales y equipos de origen industrial relacionados con la ejecución de las obras de hormigón en masa o armado o pretensado fabricados en obra o prefabricados, así como las condiciones generales de ejecución, criterios de medición, valoración y mantenimiento.

Regirá lo prescrito en la Instrucción EHE para las obras de hormigón en masa o armado y la instrucción EP- para las obras de hormigón pretensado. Asimismo, se adopta lo establecido en las normas NTE-EHE "Estructuras de hormigón", y NTE-EME "Estructuras de madera. Encofrados."

Cumplirán los requisitos técnicos establecidos en las UNE 36068:94, 36092:96 y 36739:95 EX, respectivamente, entre ellos las características mecánicas mínimas, especificadas en el artículo 31 de la instrucción EHE-08.

Tanto durante el transporte como durante el almacenamiento, las armaduras pasivas se protegerán de la lluvia, la humedad del suelo y de posibles agentes agresivos. Hasta el momento de su empleo se conservarán en obra, cuidadosamente clasificadas según sus tipos, calidades, diámetros y procedencias

Las características mecánicas de los materiales y dosificaciones y niveles de control son las que se fijan en los planos del presente proyecto (Cuadro de características EHE y especificaciones de los materiales).

### **Artículo 17. Acero laminado.**

Se establecen en el presente artículo las condiciones relativas a los materiales y equipos industriales relacionados con los aceros laminados utilizados en las estructuras de edificación, tanto en sus elementos estructurales, como en sus elementos de unión.

Asimismo, se fijan las condiciones relativas a la ejecución, seguridad en el trabajo, control de la ejecución, valoración y mantenimiento.

Se adopta lo establecido en las normas:

NBE-MV-102: "Ejecución de las estructuras de acero laminado en edificación". Se fijan los tipos de uniones, la ejecución en taller, el montaje en obra, las tolerancias y las protecciones

NBE-MV-103: "Acero laminado para estructuras de edificaciones", donde se fijan las características del acero laminado, la determinación de sus características y los productos laminados actualmente utilizados

NBE-MV-105: "Roblones de acero"

NBE-MV-106: "Tornillos ordinarios calibrados para estructuras de acero"

NTE-EA: "Estructuras de acero"

### **Artículo 18. Cubiertas y coberturas**

Se refiere el presente artículo a la cobertura de edificios con placas, tejas o plaquetas de fibrocemento, chapas finas o paneles formados por doble hoja de chapa con interposición de aislamiento de acero galvanizado, chapas de aleaciones ligeras, piezas de pizarra, placas de poliéster reforzado, cloruro de polivinilo rígido o polimetacrilato de metilo, tejas cerámicas o de cemento o chapas lisas de zinc, en el que el propio elemento proporciona la estanqueidad. Asimismo, se regulan las azoteas y los lucernarios.

Las condiciones funcionales y de calidad relativa a los materiales y equipos de origen industrial y control de la ejecución, condiciones generales de ejecución y seguridad en el trabajo, así como los criterios de valoración y mantenimiento son los especificados en las siguientes normas:

NTE-QTF: "Cubiertas. Tejados de fibrocemento"

NTE-QTG: "Cubiertas. Tejados galvanizados"

NTE-QTL: "Cubiertas. Tejados de aleaciones ligeras"

NTE-QTP: "Cubiertas. Tejados de pizarra"

NTE-QTS: "Cubiertas. Tejados sintéticos"

NTE-QTT: "Cubiertas. Tejados de tejas"

NTE-QTZ: "Cubiertas. Tejados de zinc"

NTE-QAA: "Azoteas ajardinadas"

NTE-QAN: "Cubiertas. Azoteas no transitables"

NTE-QAT: "Azoteas transitables"

NTE-QLC: "Cubiertas. Lucernarios. Claraboyas"

NTE-QLH: "Cubiertas. Lucernarios de hormigón translúcido"

NBE-MV-301/1970 sobre impermeabilización de cubiertas con materiales bituminosos. (Modificada por R.D. 2.085/86 de 12 de Septiembre).

## **Artículo 19. Albañilería**

Se refiere el presente artículo a la fábrica de hormigón, ladrillo o piedra, a tabiques de ladrillo o prefabricados y revestimientos de paramentos, suelos, escaleras y techos.

Las condiciones funcionales y de calidad relativa a los materiales y equipos de origen industrial, control de ejecución y seguridad en el trabajo, así como los criterios de valoración y mantenimiento son las que especifican las normas:

NTE-FFB: "Fachadas de bloques"

NTE-FFL: "Fachadas de ladrillo"

NTE-EFB: "Estructuras de fábrica de bloque"

NTE-EFL: "Estructuras de fábrica de ladrillo"

NTE-RPG: "Revestimiento de paramentos. Guarnecidos y enlucidos"

NTE-RPP: "Revestimiento de paramentos. Pintura"

NTE-RPR: "Revestimiento de paramentos. Revocos"

NTE-RSC: " Revestimiento de suelos continuos"

NTE-RSF: "Revestimiento de suelos flexibles"

NTE-RSC: "Revestimiento de suelos y escaleras continuos"

NTE-RSS: "Revestimiento de suelos y escaleras. Soleras"

NTE-RSB: "Revestimiento de suelos y escaleras. Terrazos"

NTE-RSP: "Revestimiento de suelos y escaleras. Placas"

NTE-RTC: "Revestimiento de techos. Continuos"

NTE-PTL: "Tabiques de ladrillo"

NTE-PTP: "Tabiques prefabricados"

## **Artículo 20. Carpintería y cerrajería**

Se refiere el presente artículo a las condiciones de funcionalidad y calidad que han de reunir los materiales y equipos industriales relacionados con la ejecución y montaje de puertas, ventanas y demás elementos utilizados en particiones y accesos interiores.

Asimismo, regula el presente artículo las condiciones de ejecución, medición, valoración y criterios de mantenimiento.

Se adoptará lo establecido en las normas:

NTE-PPA: "Puertas de acero"

NTE-PPM: "Puertas de madera"

NTE-PPV: "Puertas de vidrio"

NTE-PMA: "Mamparas de madera"

NTE-PML: "Mamparas de aleaciones ligeras"

## **Artículo 21. Red vertical de saneamiento**

Se refiere el presente artículo a la red de evacuación de aguas pluviales y residuos desde los puntos donde se recogen, hasta la acometida de la red de alcantarillado, fosa séptica, pozo de filtración o equipo de depuración, así como a estos medios de evacuación.

Las condiciones de ejecución, condiciones funcionales de los materiales y equipos industriales, control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento son las establecidas en las normas:

NTE-ISS: "Instalaciones de salubridad y saneamiento"

NTE-ISD: "Depuración y vertido"

NTE-ISA: "Alcantarillado"

## **Artículo 22. Instalación eléctrica**

Los materiales y ejecución de la instalación eléctrica cumplirán lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Alta y Baja Tensión y Normas MI BT complementarias.

Asimismo, se adoptan las diferentes condiciones previstas en las normas:

NTE-IEB: "Instalación eléctrica de Baja Tensión"

NTE-IEE: "Alumbrado exterior"

NTE-IEI: "Alumbrado interior"

NTE-IEP: "Puesta a tierra"

NTE-IER: "Instalaciones de electricidad. Red exterior"

## **Artículo 23. Instalaciones de fontanería**

Regula el presente artículo las condiciones relativas a la ejecución, materiales y equipos industriales, control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento de las instalaciones de abastecimiento y distribución de agua. Se adopta lo establecido en las normas:

NTE-IFA: "Instalaciones de fontanería"

NTE-IFC: "Instalaciones de fontanería. Agua caliente"

NTE-IFF: "Instalaciones de fontanería. Agua fría"

## **Artículo 24. Instalaciones de protección**

Se refiere el presente artículo a las condiciones de ejecución, de los materiales de control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento, relativas a las instalaciones de protección contra fuego y rayos.

Se cumplirá lo prescrito en la norma NBE-CPI-81 sobre condiciones de protección contra incendios y se adoptará lo establecido en la norma NTE-IPF "Protección contra el fuego", y EHE. Así como se adoptará lo establecido en la norma NTE-IPP "Pararrayos".

## **Artículo 25. Obras o instalaciones no especificadas**

Si en el transcurso de los trabajos fuera necesario ejecutar alguna clase de obra no regulada en el presente Pliego de Condiciones, el Contratista queda obligado a ejecutarla con arreglo a las instrucciones que reciba del Ingeniero Director quién, a su vez, cumplirá la normativa vigente sobre el particular. El Contratista no tendrá derecho a reclamación alguna.

## **INSTALACIÓN DE RIEGO**

### **Artículo 26. Tuberías de PVC**

#### **26.1. Campo de aplicación**

En este pliego se establecen las prescripciones técnicas que han de cumplir los tubos de polietileno de baja, media y alta densidad, así como sus accesorios, utilizados en las redes de conducción de agua a presión para el riego localizado.

#### **26.2. Fabricación**

Las tuberías de PVC estarán fabricadas por el procedimiento de extrusión con prensa de velocidad, presión y temperaturas controladas. Se asegurará que la empresa constructora realiza el control de la calidad de forma seria y satisfactoria.

Se rechazarán aquellas tuberías que presenten irregularidades en su superficie y se aparten de las medidas anunciadas por el fabricante.

Su fabricación debe estar de acuerdo con la norma UNE 53112. Tendrán los diámetros nominales expresados en el anejo correspondiente al riego.

#### **26.3 Medidas y tolerancias**

Teniendo en cuenta que en los tubos de PE-32 el proceso de fabricación calibra el diámetro exterior, y el sistema de unión entre dos secciones de tubo se realiza por ajuste interior de un accesorio, gotero, etc., se requiere un control de tolerancia del diámetro exterior medio, del espesor en un punto cualquiera y del diámetro interior medio, si bien el hecho de cumplir las dos primeras no supone necesariamente que se cumpla la tercera.

#### **26.4. Diámetros nominales**

Los diámetros y los espesores nominales para tubos de polietileno serán los que figuran en la norma UNE 53-131.

### **26.5. Longitud de los tubos**

La longitud de los tubos rectos será preferentemente de 6, 8, 10 y 12 m. La longitud de los tubos será como mínimo la nominal cuando se mida a  $23 \pm 20$  °C, redondeando al cm. más próximo por exceso.

Cuando los tubos se suministren en rollos la longitud se establecerá por acuerdo con el fabricante y el diámetro interior de los rollos no deberá ser inferior a 25 veces el diámetro exterior medio del tubo.

### **Artículo 27. Acoples y juntas**

Se preferirán los sistemas en que los acoplamientos sean del mismo material que los tubos. Se comprobará la estanqueidad de los acoples y juntas.

Así mismo, se hará especial hincapié en la buena calidad de las colas empleadas en juntas de este tipo.

### **Artículo 28. Piezas de conexión**

El Ingeniero Director, a su criterio, podrá utilizar piezas de conexión no detalladas en el presupuesto si así lo considera conveniente.

### **Artículo 29. Válvulas**

Las válvulas y todos sus elementos serán de construcción simple y robusta, fáciles de montar y usar. Deberán ser de larga duración.

### **Artículo 30. Grupos de bombeo**

Será capaz de suministrar el caudal a la presión que se detalla en la Memoria y Anejos, será de las características específicas. La casa comercial suministradora de la bomba se responsabilizará del transporte e instalación definitiva y la comprobación del buen funcionamiento, según las pruebas que el Ingeniero Director estime oportunas.

Al final de cada aplicación de riego la bomba se desmontará y se protegerán sus piezas principales hasta el siguiente uso.

En caso de avería de la bomba, se comprometerá la casa suministradora a su arreglo en el plazo de 48 horas.

### **Artículo 31. Limpieza de conducciones**

Antes de proceder a la instalación de los cierres terminales, se limpiarán las tuberías dejando correr e agua hasta que salga por los extremos de las tuberías, utilizando un producto detergente que no sea corrosivo ni tóxico.

### **Artículo 32. Instalación de tuberías**

La tubería principal irá enterrada en una zanja de 70 cm de profundidad y las secundarias en una zanja de 70 cm. Serán montadas por personal especializado.

### **Artículo 33. Comprobación de la instalación**

Una vez colocada la instalación y realizadas las pruebas y comprobaciones anteriores, se procederá a la observación global del funcionamiento de dicha instalación. Se hará especial hincapié en la comprobación del buen funcionamiento del cabezal de riego, el cual ha de ajustarse a las especificaciones realizadas en la Memoria del presente proyecto.

## **MAQUINARIA Y EQUIPOS**

### **Artículo 34. Características de la maquinaria**

Las características de la maquinaria están reseñadas en el Anejo IV. Ingeniería del proceso, maquinaria y equipos. Si por alguna circunstancia, no fueran exactamente estas, queda autorizado el capataz de la explotación a introducir las variantes oportunas, siempre y cuando las innovaciones introducidas estén de acuerdo con las labores a efectuar y la experiencia del capataz, sin que repercuta en las condiciones económicas y establecidas.

### **Artículo 35. Documentos que definen la maquinaria**

Los documentos que definen la maquinaria y que el contratista entregue a la propiedad pueden tener carácter contractual o meramente informativo.

Son documentos contractuales, los planos o catálogos, Pliegos de condiciones, cuadros de precios y presupuesto parcial o total que se incluyen en el presente proyecto.

Los datos incluidos en la Memoria y Anejos, así como la justificación de los precios, tienen meramente carácter informativo.

Cualquier modificación en el planteamiento de la obra, deberá ponerse en conocimiento del Director de Obra (D.O.) para que lo apruebe si procede y redacte el proyecto reformado.

### **Artículo 36. Utilización**

La maquinaria de la explotación solo será utilizada por manos expertas y en los trabajos para los cuales fueron adquiridas.

### **Artículo 37. Manejo y mantenimiento**

Se cumplirán las normas que figuren en los libros de instrucciones de la maquinaria, en especial cuando concierne a engrase, ajuste y conservación de los diferentes elementos, siendo el capataz el que debe de realizarlo.

Todos los residuos de la maquinaria (aceites utilizados, ruedas gastadas, piezas...) serán depositados en contenedores especiales o lugares habilitados para ello.

### **Artículo 38. Almacenamiento**

La maquinaria permanecerá en el almacén siempre que no se esté utilizando, evitando con ello su deterioro por exposición a la intemperie.

### **Artículo 39. Averías**

Las averías producidas en la maquinaria durante su uso en la explotación son incumbencia del propietario y los gastos de reparación correrán por su cuenta. Para averías de reconocida entidad mecánica, solo estará facultado, para su reparación, el especialista de la casa distribuidora, recibiendo la ayuda, si esta fuera necesaria, del capataz.

### **Artículo 40. Seguridad personal**

En lo que al uso de maquinaria se refiere, el operario deberá trabajar en las condiciones de máxima seguridad.

### **Artículo 41. Reglamentación**

Los tractores deberán estar inscritos en la sección agronómica de las delegaciones del ministerio de agricultura, y tienen que cumplir con los requisitos de dicha inscripción.

## **CAPÍTULO III. CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO**

### **Artículo 42. Delimitación general de las funciones técnicas**

#### **42.1. Ingeniero Director**

Corresponde al Ingeniero Director:

a) Comprobar la adecuación de la cimentación proyectada a las características reales del suelo.

b) Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.

c) Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las instrucciones complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución arquitectónica.

d) Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurren a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.

e) Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.

f) Preparar la documentación final de la obra y expedir y suscribir en unión del Director de Obra, el certificado final de la misma.

g) Planificar, a la vista del proyecto arquitectónico, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.

h) Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Ingeniero y del Constructor.

i) Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas de obligado cumplimiento y a las reglas de buenas construcciones.

#### **42.2. Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra**

Corresponde al Coordinador de seguridad y salud:

a) Aprobar antes del comienzo de la obra, el Plan de Seguridad y Salud redactado por el constructor

b) Tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.

c) Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva.

d) Contratar las instalaciones provisionales, los sistemas de seguridad y salud, y la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

e) Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a las obras.

### **42.3. Constructor**

Corresponde al Constructor:

a) Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.

b) Elaborar, antes del comienzo de las obras, el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.

c) Suscribir con el Ingeniero Director, el acta de replanteo de la obra.

d) Ostentar la Jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas y trabajadores autónomos.

e) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del Ingeniero, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.

f) Llevar a cabo la ejecución material de las obras de acuerdo con el proyecto, las normas técnicas de obligado cumplimiento y las reglas de la buena construcción.

g) Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.

h) Facilitar al Ingeniero, con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.

i) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.

j) Suscribir con el Promotor el acta de recepción de la obra.

k) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

### **Artículo 43. La dirección facultativa**

En correspondencia con la L.O.E., la dirección facultativa está compuesta por la dirección de obra y la dirección de ejecución de la obra. A la dirección facultativa se integrará el coordinador en materia de seguridad y salud en fase de ejecución de la obra, en el caso de que se haya adjudicado dicha misión a facultativo distinto de los anteriores.

Representa técnicamente los intereses del promotor durante la ejecución de la obra, dirigiendo el proceso de construcción en función de las atribuciones profesionales de cada técnico participante.

### **Artículo 44. Visitas facultativa**

Son las realizadas a la obra de manera conjunta o individual por cualquiera de los miembros que componen la dirección facultativa. La intensidad y número de visitas dependerá de los cometidos que a cada agente le son propios, pudiendo variar en función de los requerimientos específicos y de la mayor o menor exigencia presencial requerible al técnico al efecto en cada caso y según cada una de las fases de la obra.

Deberán adaptarse al proceso lógico de construcción, pudiendo los agentes ser o no coincidentes en la obra en función de la fase concreta que se esté desarrollando en cada momento y del cometido exigible a cada cual.

### **Artículo 45. Obligaciones y derechos generales del constructor**

#### **45.1. Verificación de los documentos del proyecto**

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor manifestará que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará por escrito las aclaraciones pertinentes.

#### **45.2. Oficina en la obra**

El Constructor habilitará en la obra una oficina. En dicha oficina tendrá siempre con Contratista a disposición de la Dirección Facultativa:

- El Proyecto de Ejecución.
- La Licencia de Obras.
- El Libro de Órdenes y Asistencias.
- El Plan de Seguridad e Higiene.
- El Libro de Incidencias.
- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

- La documentación de los seguros

Dispondrá además el Constructor una oficina para la Dirección facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

#### **45.3. Representación del contratista**

El Constructor viene obligado a comunicar al promotor y a la Dirección Facultativa, la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competen a la contrata.

Cuando la importancia de las obras lo requiera y así se consigne en el Pliego de "Condiciones particulares de índole facultativa", el Delegado del Contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Ingeniero para ordenar la paralización de las obras sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

#### **45.4. Presencia del constructor en la obra**

El Constructor, por si o por medio de sus técnicos, o encargados estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Ingeniero, en las visitas que hagan a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

#### **45.5. Trabajos no estipulados expresamente**

Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Se requerirá reformado de proyecto con consentimiento expreso del promotor, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20% o del total del presupuesto en más de un 10%.

#### **45.6. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto**

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán al Constructor, pudiendo éste solicitar que se le comuniquen por escrito, con los detalles necesarios para la correcta ejecución de la obra.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quién la hubiere dictado, el cual dará al Constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

El Constructor podrá requerir del Ingeniero, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

#### **45.7. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa**

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, solo podrá presentarlas, ante el promotor, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico del Ingeniero, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Ingeniero, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

#### **45.8. Recusación por el contratista del personal nombrado por el Ingeniero**

El Constructor no podrá recusar a los Ingenieros o personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte del promotor se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

#### **45.9. Faltas del personal**

El Ingeniero, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Contrato de obras y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

## **Artículo 46. Prescripciones generales relativas a los trabajos, a los materiales y a los medios auxiliares**

### **46.1. Caminos y accesos**

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta. El Coordinador de seguridad y salud podrá exigir su modificación o mejora.

### **46.2. Replanteo**

El Constructor iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluido en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Ingeniero y una vez esto haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Ingeniero, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

### **46.3. Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos**

El Constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Contrato suscrito con el Promotor, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

De no existir mención alguna al respecto en el contrato de obra, se estará al plazo previsto en el Estudio de Seguridad y Salud, y si este tampoco lo contemplara, las obras deberán comenzarse un mes antes de que venza el plazo previsto en las normativas urbanísticas de aplicación.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero y al Coordinador de seguridad y salud del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

#### **46.4. Orden de los trabajos**

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

#### **46.5. Facilidades para otros contratistas**

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

#### **46.6. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor**

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Ingeniero en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

#### **46.7. Prórroga por causa de fuerza mayor**

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Ingeniero. Para ello, el Constructor expondrá, en escrito dirigido al Ingeniero, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

#### **46.8. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra**

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección

Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

#### **46.9. Condiciones generales de ejecución de los trabajos**

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad impartan el Ingeniero, o el coordinador de seguridad y salud, al Constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias.

#### **46.10. Obras ocultas**

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, el constructor levantará los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose: uno, al Ingeniero; otro, al Director de Obra; y, el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

#### **46.11. Trabajos defectuosos**

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el Proyecto, y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción sin reservas del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al Ingeniero, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Ingeniero de la obra, quien resolverá.

#### **46.12. Vicios ocultos**

Si el Ingeniero tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción de la obra, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que supongan defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Ingeniero.

Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del Constructor, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo del Promotor.

#### **46.13. De los materiales y de los aparatos. Su procedencia**

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Proyecto preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Constructor deberá presentar al Ingeniero una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

#### **46.14. Presentación de muestras**

A petición del Ingeniero, el Constructor le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el Calendario de la Obra.

#### **46.15. Materiales no utilizables**

El Constructor, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Proyecto.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Ingeniero, pero acordando previamente con el Constructor su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

#### **46.16. Materiales y aparatos defectuosos**

Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquél, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Ingeniero, dará orden al Constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Si a los quince (15) días de recibir el Constructor orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo el Promotor cargando los gastos a la contrata.

Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran de calidad inferior a la preceptuada pero no defectuosos, y aceptables a juicio del Ingeniero, se recibirán, pero con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

#### **46.17. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos**

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta del Constructor.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

#### **46.18. Limpieza de las obras**

Es obligación del Constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

### **Artículo 47. De las recepciones de edificios y obras anejas**

#### **47.1. De las recepciones provisionales**

Treinta días antes de dar fin a las obras, comunicará el Ingeniero al Promotor la proximidad de su terminación a fin de convenir la fecha para el acto de recepción provisional.

Esta se realizará con la intervención del Promotor, del Constructor y del Ingeniero. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen

intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un Certificado Final de Obra y si alguno lo exigiera, se levantará un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas sin reservas.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se darán al Constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción de la obra.

Si el Constructor no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con pérdida de la fianza o de la retención practicada por el Promotor.

#### **47.2. Documentación final de la obra**

El Ingeniero Director facilitará al Promotor la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuestos por la legislación vigente.

#### **47.3. Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra**

Recibidas las obras, se procederá inmediatamente por el Ingeniero a su medición definitiva, con precisa asistencia del Constructor o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Ingeniero con su firma, servirá para el abono por la Propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza o recepción.

#### **47.4. Plazo de garantía**

El plazo de garantía deberá estipularse en el Contrato suscrito entre la Propiedad y el Constructor y en cualquier caso nunca deberá ser inferior a un año.

Si durante el primer año el constructor no llevase a cabo las obras de conservación o reparación a que viniese obligado, estas se llevarán a cabo con cargo a la fianza o a la retención.

#### **47.5. Conservación de las obras recibidas provisionalmente**

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo del Contratista.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guarda, limpieza y reparaciones causadas por el uso correrán a cargo del propietario y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo de la contrata.

#### **47.6. De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida**

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Contrato suscrito entre el Promotor y el Constructor, o de no existir plazo, en el que establezca el Ingeniero Director, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa.

Para las obras y trabajos no terminados pero aceptables a juicio del Ingeniero Director, se efectuará una sola y definitiva recepción.

## **CAPÍTULO IV. CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA**

### **PRINCIPIOS GENERALES**

#### **Artículo 48. Definición**

Las condiciones económicas fijan el marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra. Tienen un carácter subsidiario respecto al contrato de obra, establecido entre las partes que intervienen, promotor y contratista, que es en definitiva el que tiene validez.

#### **Artículo 49. Criterio general**

Todos los agentes que intervienen en el proceso de la construcción, definidos en la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.), tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas, pudiendo exigirse recíprocamente las garantías suficientes para el cumplimiento diligente de sus obligaciones de pago.

## **Artículo 50. Contrato de obra**

Se aconseja que se firme el contrato de obra, entre el promotor y el contratista, antes de iniciarse las obras, evitando en lo posible la realización de la obra por administración. A la dirección facultativa (director de obra y director de ejecución de la obra) se le facilitará una copia del contrato de obra, para poder certificar en los términos pactados.

Sólo se aconseja contratar por administración aquellas partidas de obra irrelevantes y de difícil cuantificación, o cuando se desee un acabado muy esmerado.

El contrato de obra deberá prever las posibles interpretaciones y discrepancias que pudieran surgir entre las partes, así como garantizar que la dirección facultativa pueda, de hecho, coordinar, dirigir y controlar la obra, por lo que es conveniente que se especifiquen y determinen con claridad, como mínimo, los siguientes puntos:

- Documentos a aportar por el Contratista.
- Condiciones de ocupación del solar e inicio de las obras.
- Determinación de los gastos de enganches y consumos.
- Responsabilidades y obligaciones del Contratista: Legislación laboral.
- Responsabilidades y obligaciones del Promotor.
- Presupuesto del Contratista.
- Revisión de precios (en su caso).
- Forma de pago: Certificaciones.
- Retenciones en concepto de garantía (nunca menos del 5 %).
- Plazos de ejecución: Planning.
- Retraso de la obra: Penalizaciones.
- Recepción de la obra: Provisional y definitiva.
- Litigio entre las partes.

Dado que este pliego de condiciones económicas es complemento del contrato de obra, en caso de que no exista contrato de obra alguno entre las partes se le comunicará a la dirección facultativa, que pondrá a disposición de las partes el presente pliego de condiciones económicas que podrá ser usado como base para la redacción del correspondiente contrato de obra.

## **FIANZAS Y GARANTÍAS**

### **Artículo 51. Fianzas**

El contratista garantizará la correcta ejecución de los trabajos en la forma prevista en el Proyecto.

### **Artículo 52. Fianza provisional**

En el caso de que la obra se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de la misma.

El Contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio para la misma, deberá depositar la fianza en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta.

La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

### **Artículo 53. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza**

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en nombre y representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá realizarlos perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastare para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

### **Artículo 54. De su devolución general**

La fianza retenida será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de treinta (30) días una vez transcurrido el año de garantía. El Promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos...

### **Artículo 55. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales**

Si el Promotor, con la conformidad del Ingeniero Director, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza o cantidades retenidas como garantías.

## **PRECIOS**

### **Artículo 56. Composición de los precios unitarios**

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

- Se considerarán costes directos:
  - a) La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
  - b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
  - c) Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
  - d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
  - e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

- Se considerarán costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

- Se considerarán gastos generales:

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la Administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos.

- Beneficio industrial:

El beneficio industrial del Contratista será el pactado en el contrato suscrito entre el Promotor y el Constructor.

- Precio de ejecución material:

Se denominará Precio de Ejecución material el resultado obtenido por la suma de los Costes Directos más los Costes Indirectos.

- Precio de Contrata:

El precio de Contrata es la suma de los Costes Directos, los Indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

El IVA gira sobre esta suma (precio de contrata) pero no integra el precio.

### **Artículo 57. Precios de contrata. Importe de contrata**

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualesquiera se contratasen a tanto alzado, se entiende por Precio de contrata el que importa el coste total de la unidad de obra. El Beneficio Industrial del Contratista se fijará en el contrato entre el Contratista y el Promotor.

### **Artículo 58. Precios contradictorios**

Se producirán precios contradictorios sólo cuando el Promotor por medio del Ingeniero decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista. El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Ingeniero y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

### **Artículo 59. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios**

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obras ejecutadas. Se estará a lo previsto en primer lugar, al Pliego Particular de Condiciones Técnicas y en su defecto, a lo previsto en las Normas Tecnológicas de la Edificación.

### **Artículo 60. De la revisión de los precios contratados**

Contratándose las obras a tanto alzado, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al 3% del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con lo previsto en el contrato, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3%.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

### **Artículo 61. Acopio de materiales**

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que el Promotor ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Promotor son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista, siempre que así se hubiese convenido en el contrato.

### **Artículo 62. Reclamación de aumento de precios**

Si el contratista, antes de la firma del contrato de obra, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras

## **OBRAS POR ADMINISTRACIÓN**

### **Artículo 63. Administración**

Se denominan Obras por Administración aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el propietario, bien por un representante suyo o bien por mediación de un constructor. En tal caso, el propietario actúa como Coordinador de Gremios.

Las obras por administración se clasifican en las dos modalidades siguientes:

- a) Obras por administración directa.
- b) Obras por administración delegada o indirecta.

### **Artículo 64. Obras por Administración directa**

Se denominan "Obras por Administración directa" aquellas en las que el Promotor por sí o por mediación de un representante suyo, que puede ser el propio Ingeniero- Director, expresamente autorizado a estos efectos, lleve directamente las gestiones precisas para la ejecución de la obra, adquiriendo los materiales, contratando su transporte a la obra y, en suma Interviniendo directamente en todas las operaciones precisas para que el personal y los obreros contratados por él puedan realizarla; en estas obras el constructor, si lo hubiese, o el encargado de su realización, es un mero dependiente del propietario, ya sea como empleado suyo o como autónomo contratado por él, que es quien reúne en sí, por tanto, la doble personalidad de Promotor y Contratista.

### **Artículo 65. Obras por Administración delegada o indirecta**

Se entiende por "Obra por Administración delegada o indirecta" la que convienen un Propietario y un Constructor para que éste, por cuenta de aquél y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que se precisen y se convengan

Son, por tanto, características peculiares de las Obras por Administración delegada o indirecta las siguientes:

- a) a) Por parte del Promotor, la obligación de abonar directamente o por mediación del Constructor todos los gastos inherentes á la realización de los trabajos convenidos, reservándose el Promotor la facultad de poder ordenar, bien por sí o por medio del Ingeniero-Director en su representación, el orden y la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y aparatos que en los trabajos han de emplearse y, en suma, todos los elementos que crea preciso para regular la realización de los trabajos convenidos.
- b) Por parte del Constructor, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos constructivos, los medios auxiliares precisos y, en suma, todo lo que, en armonía con su cometido, se requiera para la ejecución de los trabajos, percibiendo por ello del Promotor un tanto por ciento (%) prefijado sobre el importe total de los gastos efectuados y abonados por el Constructor.

### **Artículo 66. Liquidación de obras por Administración**

Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, regirán las normas que a tales fines se establezcan en las "Condiciones particulares de índole económica" vigentes en la obra; a falta de ellas, las cuentas de administración las presentará el Constructor al Promotor, en relación valorada a la que deberá acompañarse y agrupados en el orden que se expresan los documentos siguientes todos ellos conformados por el Ingeniero Técnico:

- a) Las facturas originales de los materiales adquiridos para los trabajos y el documento adecuado que justifique el depósito o el empleo de dichos materiales en la obra.
- b) Las nóminas de los jornales abonados, ajustadas a lo establecido en la legislación vigente, especificando el número de horas trabajadas en la obra por los operarios de cada oficio y su categoría, acompañando, a dichas nóminas una relación numérica de los encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio, peones especializados y sueltos, listeros, guardas, etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo a que correspondan las nóminas que se presentan.
- c) Las facturas originales de los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.
- d) Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra que haya pagado o en cuya gestión haya intervenido el Constructor, ya que su abono es siempre de cuenta del Propietario.

A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en cuya gestión o pago haya intervenido el Constructor se le aplicará, a falta de convenio especial, el porcentaje convenido en el contrato suscrito entre Promotor y el constructor, entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y los de seguridad preventivos de accidentes, los Gastos Generales que al Constructor originen los trabajos por administración que realiza y el Beneficio Industrial del mismo.

#### **Artículo 67. Abono al Constructor de las cuentas de Administración delegada**

Salvo pacto distinto, los abonos al Constructor delegada los realizará el Promotor mensualmente según aprobados por el propietario o por su delegado representante de las cuentas de Administración las partes de trabajos realizados Independientemente, el Ingeniero Técnico redactará, con igual periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola con arreglo al presupuesto aprobado. Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al Constructor salvo que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.

#### **Artículo 68. Responsabilidad del Constructor**

En los trabajos de "Obras por Administración delegada", el Constructor solo será responsable de los efectos constructivos que pudieran tener los trabajos o unidades por él ejecutadas y también de los accidentes o perjuicios que pudieran sobrevenir a los obreros o a terceras personas por no haber tomado las medidas precisas que en las disposiciones legales vigentes se establecen. En cambio, y salvo lo expresado en el artículo precedente, no será responsable del mal resultado que pudiesen dar los materiales y aparatos elegidos con arreglo a las normas establecidas en dicho artículo.

En virtud de lo anteriormente consignado, el Constructor está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior.

## **VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS**

### **Artículo 69. Forma y plazos de abono de las obras**

Se realizará por certificaciones de obra y se recogerán las condiciones en el contrato de obra establecido entre las partes que intervienen (promotor y contratista) que, en definitiva, es el que tiene validez.

Los pagos se efectuarán por la propiedad en los plazos previamente establecidos en el contrato de obra, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de la obra conformadas por el director de ejecución de la obra, en virtud de las cuáles se verifican aquéllos.

El director de ejecución de la obra realizará, en la forma y condiciones que establezca el criterio de medición en obra incorporado en las prescripciones en cuanto a la ejecución por unidad de obra, la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el período de tiempo anterior, pudiendo el contratista presenciar la realización de tales mediciones.

Para las obras o partes de obra que, por sus dimensiones y características, hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el contratista está obligado a avisar al director de ejecución de la obra con la suficiente antelación, a fin de que éste pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definan, cuya conformidad suscribirá el contratista.

A falta de aviso anticipado, cuya existencia corresponde probar al contratista, queda éste obligado a aceptar las decisiones del promotor sobre el particular.

### **Artículo 70. Relaciones valoradas y certificaciones**

En los plazos fijados en el contrato de obra entre el promotor y el contratista, éste último formulará una relación valorada de las obras ejecutadas durante las fechas previstas, según la medición practicada por el director de ejecución de la obra.

Las certificaciones de obra serán el resultado de aplicar, a la cantidad de obra realmente ejecutada, los precios contratados de las unidades de obra. Sin embargo, los excesos de obra realizada en unidades, tales como excavaciones y hormigones, que sean imputables al contratista, no serán objeto de certificación alguna.

Los pagos se efectuarán por el promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá al de las certificaciones de obra, conformadas por la dirección facultativa. Tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la

liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones parciales la aceptación, la aprobación, ni la recepción de las obras que comprenden.

### **Artículo 71. Mejoras de obras libremente ejecutadas**

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Ingeniero-Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio o ejecutase con mayores dimensiones cualquiera parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Ingeniero-Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponder en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

### **Artículo 72. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada**

Salvo lo preceptuado en el contrato suscrito entre el Contratista y el Promotor, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

a) Si existen precios contratados para unidades de obras iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.

b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.

c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso el Ingeniero-Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

### **Artículo 73. Abono de agotamientos, ensayos y otros trabajos especiales no contratados**

Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, ensayos, inyecciones y otra clase de trabajos de cualquiera índole especial y ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que

ocasionen, los cuales le serán abonados por el Propietario por separado de la Contrata.

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al Contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por ciento del importe total que, en su caso, se especifique en el contrato entre el Contratista y el Promotor.

#### **Artículo 74. Pagos**

Los pagos se efectuarán por el Promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Ingeniero-Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

#### **Artículo 75. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía**

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

1. Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo; y el Ingeniero-Director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en el contrato suscrito entre el Contratista y el Promotor, o en su defecto, en el presente Pliego Particular o en su defecto en los Generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.
2. Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo, se valoraran y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
3. Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

#### **INDEMNIZACIONES MÚTUAS**

#### **Artículo 76. Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras**

Si, por causas imputables al contratista, las obras sufrieran un retraso en su finalización con relación al plazo de ejecución previsto, el promotor podrá imponer al

contratista, con cargo a la última certificación, las penalizaciones establecidas en el contrato, que nunca serán inferiores al perjuicio que pudiera causar el retraso de la obra.

### **Artículo 77. Demora de los pagos por parte del Promotor**

Si el Promotor no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que se hubiere comprometido, el Contratista tendrá el derecho de percibir la cantidad pactada en el Contrato suscrito con el Promotor, en concepto de intereses de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran dos meses a partir del término de dicho plazo de un mes sin realizarse dicho pago, tendrá derecho el Contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

## **VARIOS**

### **Artículo 78. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios**

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Ingeniero-Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto a menos que el Ingeniero-Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Ingeniero-Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

### **Artículo 79. Unidades de obra defectuosas pero aceptables**

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Ingeniero-Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha

resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

### **Artículo 80. Seguro de las obras**

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados.

### **Artículo 81. Conservación de la obra**

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Promotor, el Ingeniero-Director, en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Ingeniero-Director fije, salvo que existan circunstancias que justifiquen que estas operaciones no se realicen.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y reparar la obra, durante el plazo de garantía, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

### **Artículo 82. Uso por el Contratista de edificio o bienes del Promotor**

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Promotor, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el

párrafo anterior, lo realizará el Promotor a costa de aquél y con cargo a la fianza o retención.

### **Artículo 83. Liquidación económica de las obras**

Simultáneamente al libramiento de la última certificación, se procederá al otorgamiento del acta de liquidación económica de las obras, que deberán firmar el promotor y el contratista. En este acto se dará por terminada la obra y se entregarán, en su caso, las llaves, los correspondientes boletines debidamente cumplimentados de acuerdo a la normativa vigente, así como los proyectos técnicos y permisos de las instalaciones contratadas.

Dicha acta de liquidación económica servirá de acta de recepción provisional de las obras, para lo cual será conformada por el promotor, el contratista, el director de obra y el director de ejecución de la obra, quedando desde dicho momento la conservación y custodia de las mismas a cargo del promotor.

La citada recepción de las obras, provisional y definitiva, queda regulada según se describe en las disposiciones generales del presente pliego.

### **Artículo 84. Liquidación final de la obra**

Entre el promotor y contratista, la liquidación de la obra deberá hacerse de acuerdo con las certificaciones conformadas por la dirección de obra. Si la liquidación se realizara sin el visto bueno de la dirección de obra, ésta sólo mediará, en caso de desavenencia o desacuerdo, en el recurso ante los tribunales.

## **CAPÍTULO V. CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL**

### **Artículo 85. Jurisdicción**

Para cuantas cuestiones, litigios o diferencias pudieran surgir durante o después de los trabajos, las partes se someterán a juicio de amigables componedores nombrados en número igual por ellas y presidido por el Ingeniero Técnico Director de la Obra, y en último término, a los Tribunales de Justicia del lugar en que radique la propiedad, con expresa renuncia al fuero domiciliario.

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto (la Memoria no tendrá consideración de documento contractual del Proyecto).

El Contratista se obliga a lo establecido en la Ley de Contratos de Trabajo y además a lo dispuesto por la de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales.

Serán de cargo y cuenta del Contratista el vallado y la policía del solar, cuidando de la conservación de sus líneas de lindero y vigilando que, por los poseedores de las fincas contiguas, si las hubiese, no se realicen durante las obras actos que mermen o modifiquen la propiedad.

Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del Ingeniero Técnico Director.

El Contratista es responsable de toda falta relativa a la política Urbana y a las Ordenanzas Municipales a estos aspectos vigentes en la localidad en que la edificación está emplazada.

### **Artículo 86. Contratista**

Pueden ser contratistas de las obras los españoles y extranjeros que se hayan en posición de sus derechos civiles con arreglo a las leyes, y a las sociedades y compañías legalmente constituidas y renegociadas en España.

Quedan exceptuados:

- Los que se hayan procesados criminalmente, si hubiese recaído contra ellos acto de prisión.
- Los que estuviesen fallidos, con suspensión de pagos o bienes intervenidos.
- Los que en contratos anteriores hubiesen fallado reconocidamente con sus compromisos.
- Los que estuviesen premiados como deudores a los males públicos en conceptos de seguros contribuyentes.

### **Artículo 87. Sistemas de contratación**

La ejecución de las obras podrá contratarse por cualquiera de los siguientes sistemas:

- Por tanto, alzado, comprende la ejecución de toda o parte de la obra, con sujeción estricta a los documentos del proyecto y a una cifra fija.
- Por unidades de obra, ejecutadas así mismo con arreglo a los documentos del proyecto y a las condiciones particulares que en cada caso se estipulen.
- Por administración directa o indirecta con arreglo a los documentos del proyecto y a las condiciones particulares que en cada caso se estipulen.

- Por contratos, de mano de obra, siendo de cuenta de la propiedad el suministro de los materiales y medios auxiliares en condiciones idénticas a los anteriores.

### **Artículo 88. Adjudicación de las obras**

La adjudicación de las obras podrá efectuarse por cualquier de los tres procedimientos siguientes:

- Subasta pública o privada.
- Concurso público o privado.,
- Adjudicación directa.

En el primer caso, será obligatoria la adjudicación al mejor postor, siempre que este sea conforme con lo especificado en los documentos del proyecto. En el segundo caso la adjudicación será libre elección.

### **Artículo 89. Formalización del contrato**

Los contratos se formalizarán mediante documento privado en general, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes. Serán de cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasionen la extensión del documento en que se consigue el contrato.

### **Artículo 90. Responsabilidad del contratista**

El contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el proyecto (la memoria no tendrá consideración de documento del proyecto).

El contratista se obliga a lo establecido en la Ley de Contratos de Trabajo y además a lo dispuesto por la Ley de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales.

El contratista es responsable de toda falta relativa a la Policía Urbana y a las Ordenanzas Municipales a estos aspectos vigentes en la localidad en la que las obras están emplazadas.

### **Artículo 91. Accidentes de trabajo y daños a terceros**

En caso de accidentes ocurridos a los operarios, con motivo del ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el contratista se atenderá a lo dispuesto en la legislación vigente, siendo en todo caso, único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la propiedad por responsabilidad de cualquier aspecto.

El contratista está obligado a aceptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes señalan para evitar, en lo posible, accidentes a los obreros o a los viandantes en todos los lugares peligrosos de la obra.

De los accidentes y perjuicios de todo género que puedan acaecer o sobrevenir, por no cumplir lo legislado sobre la materia, el contratista será el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios se incluye lo necesario para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

El contratista será el responsable de todos los accidentes, que por inexperiencia o descuido, sobrevinieran en la obra. Y será, por tanto, de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y, en cuanto a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El contratista cumplirá los requisitos que reflejan las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

### **Artículo 92. Pago de tributos**

El pago de tributos e impuestos en general, municipales y de otro origen cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras por concepto inherente a los propios trabajos que se realizan correrán a cargo de la contrata, siempre que en las condiciones particulares del proyecto no se estipule lo contrario.

No obstante, el contratista deberá ser reintegrado del importe de todos aquellos conceptos que el Ingeniero Director considere justo hacerlo.

### **Artículo 93. Hallazgos**

Todas las antigüedades, objetos de arte o sustancias minerales que se encuentren en las excavaciones y demoliciones practicadas en la finca objeto del proyecto, pertenecen al Estado Español, quien deberá velar por su adecuada conservación y puesta en valor.

El contratista deberá emplear, para extraerlos, todas las precauciones que se le indiquen por el Director de obra. El propietario abonará al contratista el exceso de obras o los gastos especiales que estos trabajos ocasionen.

Serán pertenencia del Estado los materiales y corrientes de agua que, como consecuencia de la ejecución de la obra, aparecerán en los terrenos que se realizarán, pero el contratista tendrá derecho a utilizarlas en la construcción.

#### **Artículo 94. Causas de rescisión del contrato**

Serán causas suficientes para la rescisión del contrato las indicadas a continuación:

- La muerte o incapacidad del contratista.
- La quiebra del contratista.

En los casos anteriores si los herederos ofrecieran llevar a cabo las obras, bajo las mismas condiciones estipuladas en el contrato, el propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquellos derechos a indemnización alguna.

Las alteraciones del contrato por las siguientes causas:

- La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales a juicio del Director de obra, y en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto, como consecuencia de estas modificaciones, represente en más o menos 40% como mínimo del importe de las unidades de obra modificadas.
  - Las modificaciones de unidades de obra, siempre que estas representen variaciones en más o menos 40 %, como mínimo, en algunas de las unidades que figuran en las mediciones modificadas del proyecto.
  - La suspensión de obra comenzada, y en todo caso, siempre que por causas ajenas a la contrata no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación, la devolución de la fianza será automática.
  - La suspensión de la obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido en un año.
  - El no dar comienzo la contrata a los trabajos dentro del plan señalado.
  - El incumplimiento de las condiciones del contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.
  - La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a esta.
  - El abandono de la obra sin causa justificada.
  - La mala fe en la ejecución de los trabajos.

### **Artículo 95. Litigios y reclamaciones el contratista**

Todo desacuerdo de la cláusula del contrato y del presente Pliego de condiciones, que se promoviese entre el contratista y el propietario, será resuelto con arreglo a los requisitos y en la forma prevista en la vigente Ley de Enjuiciamiento Civil.

### **Artículo 96. Liquidación en caso de rescisión**

Siempre que se rescinda el contrato por causa ajena a falta de cumplimiento del contratista se abonará a este todas las obras ejecutadas con arreglo a las concesiones prescritas, y todos los materiales al pie de obra, siempre que sean de recibo y en la cantidad proporcionada a la obra pendiente de ejecución, y aplicándole a éstos el precio que fija el ingeniero.

Las herramientas, útiles y medios auxiliares de la construcción que se estén empleando en el momento de la rescisión quedarán en la obra hasta la terminación de las mismas, abonándose de antemano y de común acuerdo.

Si el ingeniero estimase no conservar dichos útiles serán retirados inmediatamente de la obra.

Cuando la rescisión de la contrata sea por incumplimiento del contratista, se abonará la obra hecha si es de recibo, y los materiales acopiados al pie de la misma que reúnan las debidas condiciones y sean necesarios para la misma, descontándose un 15 % en calidad de indemnizaciones por daños y perjuicios, sin que mientras duren estas negociaciones se pueda entorpecer la marcha de los trabajos.

### **Artículo 97. Dudas y omisiones en la realización del proyecto**

Lo mencionado en alguno de los documentos 1, 2 y 3 (memoria, planos y pliego de condiciones) habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en todos ellos.

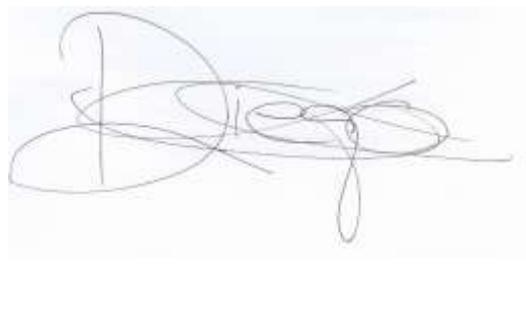
En caso de duda u omisión en cualquiera de los documentos del proyecto, el contratista se comprometerá a seguir, en todo momento, las instrucciones el Ingeniero Director de obra.

Las omisiones en algunos de estos documentos o las descripciones erróneas de los detalles de las obras que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuestos en estos documentos o que por su uso y costumbre, deban de ser realizados, no solo no eximen al contratista de la obligación de ejecutar estos detalles, sino que por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido correcta y completamente especificados en los citados documentos.

### **Artículo 98. Tribunales**

Las cuestiones cuya resolución requiera la vía judicial serán de competencia de los tribunales.

Palencia, a 14 de Julio de 2020



---

Fdo: Diego Conde Cid

Alumno del Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

## **DOCUMENTO 4: MEDICIONES**



## ÍNDICE MEDICIONES

<b>1. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO</b>	<b>1</b>
<b>2. CIMENTACIÓN</b>	<b>1</b>
<b>3. ESTRUCTURA</b>	<b>2</b>
<b>4. ALBAÑILERÍA</b>	<b>3</b>
<b>5. CUBIERTA</b>	<b>4</b>
<b>6. INSTALACIONES</b>	<b>4</b>
6.1. Instalación eléctrica	4
6.2. Instalación de riego	5
6.3. Instalación de saneamiento	7
6.4. Instalación de iluminación	8
6.5. Instalación de vermicompostaje	8
6.6. Instalación contra incendios	9
<b>7. GESTIÓN DE RESIDUOS</b>	<b>10</b>
<b>8. SEGURIDAD Y SALUD</b>	<b>10</b>
8.1. Sistemas de protección colectiva	10
8.2. Instalaciones personales	11

<b>8.3. Equipos de protección individual</b>	<b>11</b>
<b>8.4. Formación</b>	<b>12</b>
<b>8.5. Medicina preventiva y primeros auxilios</b>	<b>13</b>
<b>9. MAQUINARIA</b>	<b>13</b>
<b>10. CERRAJERÍA</b>	<b>14</b>

## 1. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

Nº	Ud	Descripción	Medición
1.1	M2	Retirada y apilado de capa de tierra vegetal superficial (20 cm), por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	
			Total m2 .....: 11.885,000
1.2	M3	Excavación y relleno de red subterránea (saneamiento y eléctrica)	
			Total m3 .....: 131,460
1.3	M3	Excavación a cielo abierto, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares, para la creación de balsas	
			Total m3 .....: 1.625,000

## 2. CIMENTACIÓN

Nº	Ud	Descripción	Medición
2.1	M3	Hormigón de limpieza HL-150/B/20, elaborado en central, para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. Según NTE-CSZ, EHE-08 y CTE-SE-C.	
			Total m3 .....: 122,000
2.2	M2	Solera de hormigón de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25 N/mm <sup>2</sup> , T <sub>máx.</sub> 20 mm., elaborado en obra, i/vertido, colocación y armado con mallazo 15x15x6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según NTE-RSS y EHE-08.	
			Total m2 .....: 3.708,000
2.3	M3	Hormigón armado HA-25/P/40/Ila, elaborado en central, en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg/m <sup>3</sup> ), vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE-CSZ, EHE-08 y CTE-SE-C.	
			Total m3 .....: 687,000
2.4	M2	Encachado de piedra caliza 40/80 de 15 cm. de espesor en sub-base de solera, i/extendido y compactado con pisón.	
			Total m2 .....: 9.475,000
2.5	M3	Base de pavimento realizada mediante relleno a cielo abierto, con zahorra natural caliza, y compactación en tongadas sucesivas de 30 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.	
			Total m3 .....: 1.227,000

2.6	<b>M2</b>	Impermeabilización de balsa o pequeño embalse de agua no potable, con geomembrana homogénea de policloruro de vinilo plastificado (PVC-P), con resistencia a la intemperie, de 1,5 mm de espesor, color gris, con una densidad de 1240 kg/m <sup>3</sup> según UNE-EN ISO 1183, resistencia CBR a punzonamiento de 2,3 kN según UNE-EN ISO 12236 y una resistencia al desgarro superior a 40 kN/m, colocada con solapes, sin adherir al soporte, sobre geotextil tejido a base de polipropileno, con una resistencia a la tracción longitudinal de 105,0 kN/m, una resistencia a la tracción transversal de 105,0 kN/m, una apertura de cono al ensayo de perforación dinámica según UNE-EN ISO 13433 inferior a 7 mm, resistencia CBR a punzonamiento 10,5 kN y una masa superficial de 445 g/m <sup>2</sup> .	Total m2 .....: 1.800,000
-----	-----------	---	---------------------------

### 3. ESTRUCTURA

Nº	Ud	Descripción	Medición
3.1	U	Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 40x42x3 cm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 12 mm. de diámetro y 45 cm. de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según NTE, CTE-DB-SE-A y EAE.	Total u .....: 169,000
3.2	Ud	Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 50x110x2,5 cm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 12 mm. de diámetro y 45 cm. de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según NTE, CTE-DB-SE-A y EAE.	Total Ud .....: 85,000
3.3	Kg	Acero laminado S275, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas mediante uniones atornilladas; i/p.p. de tornillos calibrados A4T, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS, CTE-DB-SE-A y EAE.	Total kg .....: 81.673,000

## 4. ALBAÑILERÍA

Nº	Ud	Descripción	Medición
4.1	M2	Fábrica de bloques huecos decorativos de hormigón, liso y blanco, de 40x20x20 cm. colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento blanco BL-II/A-L 42,5 R y arena de río M-10/BL, relleno de hormigón de 330 kg. de cemento/m3. de dosificación y armaduras según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB-6 y CTE-SE-F, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 771-3:2011.	
			Total m2 .....: 200,840
4.2	M2	Panel de sectorización ACH (PM1) en 100 mm. de espesor machihembrado en cara exterior e interior, núcleo de lana de roca tipo "M" dispuesto en lámelas con chapas de acero prelacadas 0,5/0,5, certificado según norma europea de reacción al fuego EN-13501-1:2002 como A2-S1,d0 y resistencia al fuego durante 120 minutos (EI120). Marcado CE s/norma EN14509:2006.Incluso p.p de accesorios ACH, mano de obra y medios auxiliares. Totalmente instalado y terminado.	
			Total m2 .....: 855,750
4.3	M2	Pintura plástica lisa mate económica en blanco o pigmentada, sobre paramentos verticales y horizontales, dos manos, incluso mano de fondo, imprimación.	
			Total m2 .....: 453,500
4.4	M2	Fábrica de partición de bloque aligerado de termoarcilla, 20x20x20cm, recibida con mortero de cemento M-7,5 con colocación, cada tres hiladas (las 2 primeras y cada 60cm), de armadura de acero galvanizado, en forma de cercha Murfor® RND.4/Z-100, según EC-6, i/p.p. de jambas, anclajes Murfor®Anc, dinteles, ejecución de encuentros y piezas especiales, rejuntado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB-6 y CTE-SE-F, medida deduciendo huecos superiores a 2m2. Incluso p/p de aplomado y recibido de cercos y precercos, mermas y roturas, con eliminación de restos, limpieza final y retirada a vertedero.	
			Total m2 .....: 152,460
4.5	M2	Fábrica de bloques huecos decorativos de hormigón, liso y blanco, de 40x30x20 cm. colocado a dos caras vistas, recibidos con mortero de cemento blanco BL-II/A-L 42,5 R y arena de río M-10/BL, rellenos de hormigón de 330 kg. de cemento/m3. de dosificación y armaduras según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación aplomado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB-6 y CTE-SE-F, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 771-3:2011.	
			Total m2 .....: 350,000

## 5. CUBIERTA

Nº	Ud	Descripción	Medición
5.1	M2	Cubierta de chapa de acero de 0,6 mm. de espesor en perfil comercial galvanizado por ambas caras, sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, medida en verdadera magnitud.	
			Total m2 .....: 3.350,000
5.2	M2	Lámina de polietileno térmico (140 g/m2)	
			Total m2 .....: 4.721,000

## 6. INSTALACIONES

### 6.1. Instalación eléctrica

Nº	Ud	Descripción	Medición
6.1.1	U	Toma de tierra independiente con con pica de acero cobrizado de D=14,3 mm. y 2 m. de longitud, cable de cobre de 35 mm <sup>2</sup> hasta una longitud de 20 metros, uniones mediante soldadura aluminotérmica, incluyendo registro de comprobación y puente de prueba. Según REBT, ITC-BT-18 e ITC-BT-26.	
			Total u .....: 1,600
6.1.2	M	Cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2x2,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	
			Total m .....: 757,000
6.1.3	M	Cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2x6 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	
			Total m .....: 242,000
6.1.4	M	Cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3G10 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	
			Total m .....: 28,000

6.1.5	M	Cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2x16 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	Total m .....	149,000
6.1.6	M	Cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3x25 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	Total m .....	288,000
6.1.7	M	Cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4x120 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	Total m .....	150,000
6.1.8	M	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 75 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 20 julios, con grado de protección IP 549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.	Total m .....	758,000
6.1.9	M	Bandeja perforada de acero galvanizado, de 50x25 mm, para soporte y conducción de cables eléctricos, incluso accesorios. Según UNE-EN 61537.	Total m .....	856,000
6.1.10	U	Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 2000 A.	Total u .....	1,000
6.1.11	U	Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 400 A.		

## 6.2. Instalación de riego

Nº	Ud	Descripción	Medición
6.2.1	U	Electrobomba centrífuga multicelular de eje vertical con bridas, cuerpo de fundición e impulsor de acero inoxidable, de 5,5 CV	Total u .....
			1,000
6.2.2	U	Electrobomba centrífuga multicelular de eje vertical con bridas, cuerpo de fundición e impulsor de acero inoxidable, de 12 CV	Total u .....
			1,000

6.2.3	U	Contador Woltman, conectado al ramal de riego a la entrada de la era de fermentación y los invernaderos de vermicompostaje, incluso instalación de dos llaves de corte de esfera, de 25 mm., grifo de purga, válvula de retención y demás material auxiliar, totalmente montado y funcionando, incluso timbrado del contador por el Ministerio de Industria, sin incluir la batería general, ni la ascendente individual	Total u .....	2,000
6.2.4	U	Programador electrónico para riego automático, para 8 estaciones, con 1 programa y 3 arranques diarios del programa, alimentación por batería de 9 V.	Total u .....	2,000
6.2.5	U	Válvula de mariposa de palanca y asiento de EPDM, unión con bridas, de 2" de diámetro, PN=16 bar, formada por cuerpo, disco y palanca de fundición dúctil y eje de acero inoxidable.	Total u .....	12,000
6.2.6	U	Aspersor aéreo de giro por impacto, de latón, con arco ajustable, radio de 10 a 37 m regulable con tornillo, conexión de 1/2" de diámetro.	Total u .....	4,000
6.2.7	M	Tubo de policloruro de vinilo orientado PVC, de 99,4 mm de diámetro exterior, PN=12,5 atm. El precio incluye los equipos y la maquinaria necesarios para el desplazamiento y la disposición en obra de los elementos.	Total m .....	201,000
6.2.8	M	Tubería de PVC de 211,8 mm. de diámetro nominal, unión por junta de goma, para una presión de trabajo de 70 mca, colocada en zanja sobre cama de arena de 20 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.	Total m .....	92,000
6.2.9	M	Suministro y montaje de tubería de polietileno de 75 mm. de diámetro y 10 mca de presión para riego por goteo, i/p.p. de piezas especiales.	Total m .....	312,000
6.2.10	Ud	Electroválvula de plástico para una tensión de 24 V., con solenoide, de 1" de diámetro, i/conexión a la red, totalmente instalada.	Total ud .....	16,000
6.2.11	Ud	Gotero autocompensante de 2 litros/hora, instalado en ramal de 12 mm., incluso éste y p/p. de línea y derivación, totalmente instalado.	Total ud .....	416,000
6.2.12	Ud	Sensor de humedad edáfica de lectura directa, i/enterrado y conexión, completamente instalado.	Total ud .....	16,000

### 6.3. Instalación de saneamiento

Nº	Ud	Descripción	Medición
6.3.1	M	Canalón de PVC circular, con 185 mm de desarrollo, fijado mediante gafas de sujeción al alero, totalmente equipado, incluso con p.p. de piezas especiales y remates finales de PVC, y piezas de conexión a bajantes, completamente instalado.	
			Total m .....: 835,000
6.3.2	M	Bajante de PVC de pluviales, UNE-EN-1453, de 75 mm de diámetro, con sistema de unión por junta elástica, colocada con abrazaderas metálicas, instalada, incluso con p.p. de piezas especiales de PVC, funcionando. Según CTE-HS-5. Incluye protector de base.	
			Total m .....: 300,000
6.3.3	M.	Tubería enterrada de PVC liso de saneamiento, de unión en copa lisa pegada, de 300 mm. de diámetro exterior, espesor de pared 6'1 mm., colocado sobre cama de arena de río, con p.p. de piezas especiales, sin incluir la excavación ni el tapado posterior de las zanjas, y con p.p. de medios auxiliares.	
			Total m. ....: 345,000
6.3.4	M.	Tubería enterrada de PVC liso de saneamiento, de unión en copa lisa pegada, de 350 mm. de diámetro exterior, espesor de pared 7'7 mm., colocado sobre cama de arena de río, con p.p. de piezas especiales, sin incluir la excavación ni el tapado posterior de las zanjas, y con p.p. de medios auxiliares.	
			Total m. ....: 142,000
6.3.5	Ud	Arqueta enterrada no registrable, de 70x70x80 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo macizo tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-10/B/40, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento, y cerrada superiormente con un tablero de bardos machihembrados y losa de hormigón HM-15/B/20, ligeramente armada con mallazo, totalmente terminada y sellada con mortero de cemento y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior.	
			Total ud .....: 32,000
6.3.6	Ud	Arqueta de registro de 70x80x80 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo macizo tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-10/B/40, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento, y con tapa de hormigón armado prefabricada, totalmente terminada y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior.	
			Total ud .....: 14,000
6.3.7	M.	Tubería de PVC de 90 mm. de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2., colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.	
			Total m. ....: 1.104,000
6.3.8	M	Cuneta formada por piezas prefabricadas de hormigón de sección trapezoidal, de 56x59 mm, unidas mediante junta machihembrada, colocadas sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/20/I	
			Total m .....: 268,000

## 6.4. Instalación de iluminación

Nº	Ud	Descripción	Medición
6.4.1	U	Bloque autónomo de emergencia IP44 IK04, de superficie, empotrado o estanco (caja estanca: IP66 IK08), de 70 Lúm. con lámpara de emergencia FL. 4 W, con caja de empotrar blanca o negra, con difusor transparente o biplano opal/transparente. Piloto testigo de carga LED. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Base y difusor construidos en policarbonato resistente a la prueba del hilo incandescente 850°. Opción de telemando. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Instalado incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	
			<b>Total u .....: 2,000</b>
6.4.2	U	Luminaria Tufflite LED+ High Efficiency, montada sobre luminarie IP66, 1282 mm de longitud, 4.000 K LED con alta eficiencia y 155 lum/cW. Cuerpo de poliestar y policarbonato	
			<b>Total u .....: 108,000</b>
6.4.3	U	Foco LED exterior, reflector de aluminio anodizado, con cierre de vidrio templado y junta de silicona, grado de protección IP 65/clase I, horquilla de fijación de acero galvanizado por inmersión en caliente, con lámpara de 30 W. y 3.600 lum, con equipo de arranque. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	
			<b>Total u .....: 10,000</b>
6.4.4	Ud	Luminaria esférica de 350 mm. de diámetro, tomada por globo de polietileno opal, deflector térmico de chapa de aluminio y portaglobos de fundición inyectada de aluminio, con lámpara de vapor de mercurio de 80 W. y equipo de arranque. Totalmente instalada incluyendo accesorios y conexionado.	
			<b>Total ud .....: 10,000</b>

## 6.5. Instalación de vermicompostaje

Nº	Ud	Descripción	Medición
6.5.1	M2	Geotextil no tejido compuesto por fibras de polipropileno unidas por agujeteado, con una resistencia a la tracción longitudinal de 5,4 kN/m y una resistencia a la tracción transversal de 5,9 kN/m, colocado sobre el terreno.	
			<b>Total m2 .....: 624,000</b>
6.5.2	M2	Fábrica de ladrillo doble de 25x12x8 cm. de 1/2 pie de espesor recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6, para revestir, i/replanteo, nivelación y aplomado, rejuntado, limpieza y medios auxiliares, s/NBE-FL-90, medida deduciendo huecos superiores a 1 m2.	
			<b>Total m2 .....: 535,000</b>

6.5.3	M3	Relleno de grava filtrante sin clasificar, en trasdós de muro, para facilitar el drenaje de las aguas procedentes de lluvia, con el fin de evitar encharcamientos y el sobreempuje hidrostático contra las estructuras de contención, y compactación en tongadas sucesivas de 30 cm de espesor máximo con pisón vibrante de guiado manual. El precio no incluye la red de drenaje ni la realización del ensayo Proctor Modificado.	Total m3 .....	62,400
6.5.4	M2	Malla de polipropileno no tejido, de 150 mm/s de permeabilidad al agua, expresada como índice de velocidad y 90 g/m <sup>2</sup> de masa superficial, con función antihierbas, fijada al terreno donde se vaya a realizar la plantación, a razón de 1 planta/m <sup>2</sup> con piquetas de anclaje de acero, en forma de L, de 6 mm de diámetro. El precio no incluye la vegetación.	Total m2 .....	624,000
6.5.5	M3	Tierra vegetal cribada, suministrada a granel y extendida con medios mecánicos, mediante retroexcavadora, en capas de espesor uniforme	Total m3 .....	93,600

## 6.6. Instalación contra incendios

Nº	Ud	Descripción	Medición	
6.6.1	U	Pulsador de alarma rearmable color rojo. Incluye tapa de protección y diodo zenner (permite su identificación por la central). Diseñado para montaje en superficie o empotrado y gran facilidad para conexión y mantenimiento. Rotulado pictogramas estándar. Incluye llave de reposición. Medidas: 110 x 105 x 63 mm. Certificado EN 54-11-2001.	Total u .....	6,000
6.6.2	U	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa, de eficacia 34A/183B, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y manguera con difusor, según Norma UNE, certificado AENOR. Medida la unidad instalada.	Total u .....	19,000
6.6.3	U	Boca de plástico ajustable de color blanco, de 400 mm de diámetro, utilizada para extracción de aire en estancias y locales comerciales, con obturador central móvil para regulación del caudal, i/p.p. de piezas de remate instalación, peso de 10 kg, potencia de 70 W, homologado, según normas UNE .	Total u .....	6,000
6.6.4	U	Señalización de equipos contra incendios no fotoluminiscente, de riesgo diverso, advertencia de peligro, prohibición, evacuación y salvamento, en poliestireno de 1,5 mm, de dimensiones 210x297 mm. Medida la unidad instalada.	Total u .....	19,000

## 7. GESTIÓN DE RESIDUOS

Nº	Ud	Descripción	Medición
7.1	T	Carga y transporte de escombros mixtos (con maderas, chatarra, plásticos...) a vertedero autorizado por transportista autorizado (por la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma correspondiente), a una distancia mayor de 10 km. y menor de 20 km ida y vuelta, en camiones basculantes de hasta 20 t. de peso, cargados con pala cargadora grande, incluso canon de vertedero, sin medidas de protección colectivas. (Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre)	
			Total t .....: 1.067,000
7.2	M3	Clasificación a pie de obra de residuos de construcción o demolición en fracciones según normativa vigente, con medios manuales.	
			Total m3 .....: 970,000

## 8. SEGURIDAD Y SALUD

### 8.1. Sistemas de protección colectiva

Nº	Ud	Descripción	Medición
8.1.1	Ud	Tapa provisional para arquetas de 38x38 cm., huecos de forjado o asimilables, formada mediante tablonces de madera de 20x5 cms. armados mediante clavazón, incluso colocación, (amortizable en dos usos).	
			Total ud .....: 10,000
8.1.2	Ud	Valla de obra reflectante de 170x25 cm. de poliéster reforzado con fibra de vidrio, con terminación en colores rojo y blanco, patas metálicas, amortizable en 5 usos, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97.	
			Total ud .....: 5,000
8.1.3	Ud	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor. Medida la unidad instalada. s/ R.D. 486/97.	
			Total ud .....: 4,000
8.1.4	M.	Barandilla de protección castillete, compuesta por pasamanos formado por tablonces de madera de pino de 20x5 cm., rodapié y travesaño intermedio de 15x5 cm. (amortizable en 3 usos), para protección de castilletes, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97.	
			Total m. ....: 50,000
8.1.5	Ud	Placa señalización-información en PVC serigrafiado de 50x30 cm., fijada mecánicamente, amortizable en 3 usos, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97.	
			Total ud .....: 10,000

8.1.6	M.	Cinta de balizamiento bicolor rojo/blanco de material plástico, incluso colocación y desmontaje.R.D. 485/97.	Total m. ....:	100,000
-------	----	--	----------------	---------

## 8.2. Instalaciones personales

Nº	Ud	Descripción	Medición	
8.2.1	Ms	Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para aseo en obra de 1,70x0,90x2,30 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., placa turca, y un lavabo, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenolítica antideslizante y resistente al desgaste. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, inst. eléctrica monofásica de 220 V. con automático. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.	Total ms ....:	1,000

## 8.3. Equipos de protección individual

Nº	Ud	Descripción	Medición	
8.3.1	Ud	Gafas antipolvo antiempañables, panorámicas, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	Total ud ....:	10,000
8.3.2	Ud	Pantalla de seguridad para soldadura oxiacetilénica, abatible con fijación en cabeza, (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	Total ud ....:	10,000
8.3.3	Ud	Juego de tapones antiruido de silicona ajustables. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	Total ud ....:	10,000
8.3.4	Ud	Arnés de seguridad con amarre dorsal fabricado con cincha de nylon de 45 mm. y elementos metálicos de acero inoxidable, homologado CE; s/ R.D. 773/97.	Total ud ....:	5,000
8.3.5	Ud	Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	Total ud ....:	5,000

8.3.6	Ud	Filtro recambio de mascarilla para polvo y humos, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	Total ud .....	10,000
8.3.7	Ud	Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	Total ud .....	5,000
8.3.8	Ud	Par de botas altas de agua. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	Total ud .....	5,000
8.3.9	Ud	Par de guantes para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	Total ud .....	2,000
8.3.10	Ud	Par guantes de goma látex-anticorte. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	Total ud .....	10,000
8.3.11	Ud	Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	Total ud .....	10,000
8.3.12	Ud	Casco de seguridad con arnés de adaptación, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	Total ud .....	10,000

## 8.4. Formación

Nº	Ud	Descripción	Medición
8.4.1	Ud	Costo mensual de formación de seguridad y salud en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado.	Total ud .....
			2,000

## 8.5. Medicina preventiva y primeros auxilios

Nº	Ud	Descripción	Medición
8.5.1	Ud	Botiquín de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado.	
			Total u .....: 1,000
8.5.2	Ud	Reposición de material de botiquín de urgencia.	
			Total u .....: 2,000

## 9. MAQUINARIA

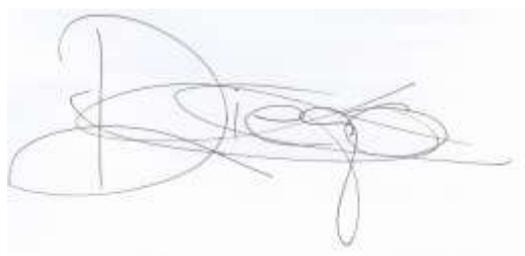
Nº	Ud	Descripción	Medición
9.1	U	Tractor frutero de 70 kW, toma de fuerza trasera y equipamiento de serie.	
			Total u .....: 1,000
9.2	U	Tractor de 90 kW, toma de fuerza trasera y equipamiento de serie.	
			Total u .....: 1,000
9.3	U	Criba tromel con tambor de cribado de 300 mm y capacidad de 35 m <sup>3</sup> /h, accionada por motor diesel de 14 kW.	
			Total u .....: 1,000
9.4	U	Ensacadora para sacos de 30 kg, con capacidad para hasta 100 sacos/hora, accionada por motor de 1 kW	
			Total u .....: 1,000
9.5	U	Tolva ensacadora de big bags, que dispone de tolva de 2.000 L y con capacidad de trabajo puede ser de hasta 50 sacos/hora	
			Total u .....: 1,000
9.6	U	Pala hidráulica adaptada para tractor de 95 kW, altura máxima de 4,5 m, carga máxima de 2.500 kg y horquilla paquetes.	
			Total u .....: 1,000
9.7	U	Horquilla mecánica para balas rectangulares, con una anchura de 1,78 m y una altura de 1,35 m.	
			Total u .....: 1,000
9.8	U	Carro mezclador acoplado a la toma de fuerza de tractor, con potencia de 110 CV y capacidad máxima de trabajo de 55 m <sup>3</sup> /h	
			Total u .....: 1,000

9.9	U	Maquina volteadora de compost acoplada a toma de fuerza del tractor, con una velocidad de trabajo de 500 m/h y una capacidad de trabajo de 2.000 m3/h, incluye instalación.	
			<b>Total u .....: 1,000</b>

## 10. CERRAJERÍA

Nº	Ud	Descripción	Medición
10.1	M	Cercado de 2,00 m. de altura realizado con malla simple torsión galvanizada en caliente, de trama 50/14 y postes de tubo de acero galvanizado por inmersión de 42 mm. de diámetro, p.p. de postes de esquina, jabalcones, tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada i/replanteo y recibido de postes con hormigón HM-20/P/20/l de central.	
			<b>Total m .....: 1.022,000</b>
10.2	M	Barrera vegetal perenne de hasta 2 m de altura y anchura de 1 m.	
			<b>Total m .....: 1.022,000</b>
10.3	U	Puerta cancela metálica de carpintería metálica, de hoja corredera, dimensiones 1000 x 200 cm, para acceso de vehículos, apertura manual.	
			<b>Total u .....: 3,000</b>
10.4	M2	Puerta corredera suspendida, formada por chapa plegada de acero galvanizado de textura acanalada, apertura manual.	
			<b>Total m2 .....: 50,000</b>

Palencia, a 14 de Julio de 2020



---

Fdo: Diego Conde Cid

Alumno del Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

## **DOCUMENTO 5: PRESUPUESTO**



## ÍNDICE PRESUPUESTO

<b>1. CUADRO DE PRECIOS Nº1</b>	<b>1</b>
<b>2. CUADRO DE PRECIOS Nº2</b>	<b>13</b>
<b>3. PRESUPUESTOS PARCIALES</b>	<b>34</b>
<b>4. RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO</b>	<b>45</b>

## 1. CUADRO DE PRECIOS Nº1

Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		EN CIFRA (€)	EN LETRA (€)
	<b>1 Acondicionamiento del terreno</b>		
1.1	m2 Retirada y apilado de capa de tierra vegetal superficial (20 cm), por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	0,91	NOVENTA Y UN CÉNTIMOS
1.2	m3 Excavación y relleno de red subterránea (saneamiento y eléctrica)	24,37	VEINTICUATRO EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS
1.3	m3 Excavación a cielo abierto, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares, para la creación de balsas	2,46	DOS EUROS CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS
	<b>2 Cimentaciones</b>		
2.1	m3 Hormigón de limpieza HL-150/B/20, elaborado en central, para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. Según NTE-CSZ, EHE-08 y CTE-SE-C.	81,81	OCHENTA Y UN EUROS CON OCHENTA Y UN CÉNTIMOS
2.2	m2 Solera de hormigón de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25 N/mm2, Tmáx.20 mm., elaborado en obra, i/vertido, colocación y armado con mallazo 15x15x6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según NTE-RSS y EHE-08.	23,20	VEINTITRES EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS
2.3	m3 Hormigón armado HA-25/P/40/IIa, elaborado en central, en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg/m³), vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE-CSZ, EHE-08 y CTE-SE-C.	166,39	CIENTO SESENTA Y SEIS EUROS CON TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS
2.4	m2 Encachado de piedra caliza 40/80 de 15 cm. de espesor en sub-base de solera, i/extendido y compactado con pisón.	6,87	SEIS EUROS CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS
2.5	m3 Base de pavimento realizada mediante relleno a cielo abierto, con zahorra natural caliza, y compactación en tongadas sucesivas de 30 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.	22,86	VEINTIDOS EUROS CON OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS

Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		EN CIFRA (€)	EN LETRA (€)
2.6	m2 Impermeabilización de balsa o pequeño embalse de agua no potable, con geomembrana homogénea de policloruro de vinilo plastificado (PVC-P), con resistencia a la intemperie, de 1,5 mm de espesor, color gris, con una densidad de 1240 kg/m <sup>3</sup> según UNE-EN ISO 1183, resistencia CBR a punzonamiento de 2,3 kN según UNE-EN ISO 12236 y una resistencia al desgarro superior a 40 kN/m, colocada con solapes, sin adherir al soporte, sobre geotextil tejido a base de polipropileno, con una resistencia a la tracción longitudinal de 105,0 kN/m, una resistencia a la tracción transversal de 105,0 kN/m, una apertura de cono al ensayo de perforación dinámica según UNE-EN ISO 13433 inferior a 7 mm, resistencia CBR a punzonamiento 10,5 kN y una masa superficial de 445 g/m <sup>2</sup> .	17,72	DIECISIETE EUROS CON SETENTA Y DOS CÉNTIMOS
<b>3 Estructuras</b>			
3.1	u Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 40x42x3 cm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 12 mm. de diámetro y 45 cm. de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según NTE, CTE-DB-SE-A y EAE.	30,99	TREINTA EUROS CON NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
3.2	Ud Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 50x110x2,5 cm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 12 mm. de diámetro y 45 cm. de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según NTE, CTE-DB-SE-A y EAE.	41,31	CUARENTA Y UN EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS
3.3	kg Acero laminado S275, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas mediante uniones atornilladas; i/p.p. de tornillos calibrados A4T, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS, CTE-DB-SE-A y EAE.	2,83	DOS EUROS CON OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS
<b>4 Arbañilería</b>			
4.1	m2 Fábrica de bloques huecos decorativos de hormigón, liso y blanco, de 40x20x20 cm. colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento blanco BL-II/A-L 42,5 R y arena de río M-10/BL, relleno de hormigón de 330 kg. de cemento/m <sup>3</sup> . de dosificación y armaduras según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB-6 y CTE-SE-F, medida deduciendo huecos superiores a 2 m <sup>2</sup> . Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 771-3:2011.	52,27	CINCUENTA Y DOS EUROS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS

Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		EN CIFRA (€)	EN LETRA (€)
4.2	m2 Panel de sectorización ACH (PM1) en 100 mm. de espesor machihembrado en cara exterior e interior, núcleo de lana de roca tipo "M" dispuesto en lámelas con chapas de acero prelacadas 0,5/0,5, certificado según norma europea de reacción al fuego EN-13501-1:2002 como A2-S1,d0 y resistencia al fuego durante 120 minutos (EI120). Marcado CE s/norma EN14509:2006.Incluso p.p de accesorios ACH, mano de obra y medios auxiliares. Totalmente instalado y terminado.	57,06	CINCUENTA Y SIETE EUROS CON SEIS CÉNTIMOS
4.3	m2 Pintura plástica lisa mate económica en blanco o pigmentada, sobre paramentos verticales y horizontales, dos manos, incluso mano de fondo, imprimación.	5,40	CINCO EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS
4.4	m2 Fábrica de partición de bloque aligerado de termoarcilla, 20x20x20cm, recibida con mortero de cemento M-7,5 con colocación, cada tres hiladas (las 2 primeras y cada 60cm), de armadura de acero galvanizado, en forma de cercha Murfor® RND.4/Z-100, según EC-6, i/p.p. de jambas, anclajes Murfor®Anc, dinteles, ejecución de encuentros y piezas especiales, rejuntado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB-6 y CTE-SE-F, medida deduciendo huecos superiores a 2m2. Incluso p/p de aplomado y recibido de cercos y precercos, mermas y roturas, con eliminación de restos, limpieza final y retirada a vertedero.	24,36	VEINTICUATRO EUROS CON TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS
4.5	m2 Fábrica de bloques huecos decorativos de hormigón, liso y blanco, de 40x30x20 cm. colocado a dos caras vistas, recibidos con mortero de cemento blanco BL-II/A-L 42,5 R y arena de río M-10/BL, rellenos de hormigón de 330 kg. de cemento/m3. de dosificación y armaduras según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación aplomado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB-6 y CTE-SE-F, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 771-3:2011.	58,57	CINCUENTA Y OCHO EUROS CON CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS
<b>5 Cubiertas</b>			
5.1	m2 Cubierta de chapa de acero de 0,6 mm. de espesor en perfil comercial galvanizado por ambas caras, sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, medida en verdadera magnitud.	14,36	CATORCE EUROS CON TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS
5.2	m2 Lámina de polietileno térmico (140 g/m2)	0,79	SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		EN CIFRA (€)	EN LETRA (€)
	6 Instalaciones		
	6.1 Eléctricas		
6.1.1	u Toma de tierra independiente con con pica de acero cobrizado de D=14,3 mm. y 2 m. de longitud, cable de cobre de 35 mm <sup>2</sup> hasta una longitud de 20 metros, uniones mediante soldadura aluminotérmica, incluyendo registro de comprobación y puente de prueba. Según REBT, ITC-BT-18 e ITC-BT-26.	180,77	CIENTO OCHENTA EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS
6.1.2	m Cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2x2,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	1,73	UN EURO CON SETENTA Y TRES CÉNTIMOS
6.1.3	m Cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2x6 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	2,73	DOS EUROS CON SETENTA Y TRES CÉNTIMOS
6.1.4	m Cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3G10 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	5,09	CINCO EUROS CON NUEVE CÉNTIMOS
6.1.5	m Cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2x16 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	5,41	CINCO EUROS CON CUARENTA Y UN CÉNTIMOS
6.1.6	m Cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3x25 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	11,17	ONCE EUROS CON DIECISIETE CÉNTIMOS
6.1.7	m Cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4x120 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	67,53	SESENTA Y SIETE EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS

Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		EN CIFRA (€)	EN LETRA (€)
6.1.8	m Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 75 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 20 julios, con grado de protección IP 549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.	3,81	TRES EUROS CON OCHENTA Y UN CÉNTIMOS
6.1.9	m Bandeja perforada de acero galvanizado, de 50x25 mm, para soporte y conducción de cables eléctricos, incluso accesorios. Según UNE-EN 61537.	7,33	SIETE EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS
6.1.10	u Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 2000 A.	1.449,83	MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y NUEVE EUROS CON OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS
6.1.11	u Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 400 A.	681,25	SEISCIENTOS OCHENTA Y UN EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS
<b>6.2 Riego</b>			
6.2.1	u Electrobomba centrífuga multicelular de eje vertical con bridas, cuerpo de fundición e impulsor de acero inoxidable, de 5,5 CV	1.567,00	MIL QUINIENTOS SESENTA Y SIETE EUROS
6.2.2	u Electrobomba centrífuga multicelular de eje vertical con bridas, cuerpo de fundición e impulsor de acero inoxidable, de 12 CV	3.521,57	TRES MIL QUINIENTOS VEINTIUN EUROS CON CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS
6.2.3	u Contador Woltman, conectado al ramal de riego a la entrada de la era de fermentación y los invernaderos de vermicompostaje, incluso instalación de dos llaves de corte de esfera, de 25 mm., grifo de purga, válvula de retención y demás material auxiliar, totalmente montado y funcionando, incluso timbrado del contador por el Ministerio de Industria, sin incluir la batería general, ni la ascendente individual	169,23	CIENTO SESENTA Y NUEVE EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS
6.2.4	u Programador electrónico para riego automático, para 8 estaciones, con 1 programa y 3 arranques diarios del programa, alimentación por batería de 9 V.	154,62	CIENTO CINCUENTA Y CUATRO EUROS CON SESENTA Y DOS CÉNTIMOS
6.2.5	u Válvula de mariposa de palanca y asiento de EPDM, unión con bridas, de 2" de diámetro, PN=16 bar, formada por cuerpo, disco y palanca de fundición dúctil y eje de acero inoxidable.	72,53	SETENTA Y DOS EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS
6.2.6	u Aspersor aéreo de giro por impacto, de latón, con arco ajustable, radio de 10 a 37 m regulable con tornillo, conexión de 1/2" de diámetro.	19,76	DIECINUEVE EUROS CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		EN CIFRA (€)	EN LETRA (€)
6.2.7	m Tubo de policloruro de vinilo orientado PVC, de 99,4 mm de diámetro exterior, PN=12,5 atm. El precio incluye los equipos y la maquinaria necesarios para el desplazamiento y la disposición en obra de los elementos.	10,56	DIEZ EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS
6.2.8	m Tubería de PVC de 211,8 mm. de diámetro nominal, unión por junta de goma, para una presión de trabajo de 70 mca, colocada en zanja sobre cama de arena de 20 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.	26,86	VEINTISEIS EUROS CON OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS
6.2.9	m Suministro y montaje de tubería de polietileno de 75 mm. de diámetro y 10 mca de presión para riego por goteo, i/p.p. de piezas especiales.	2,84	DOS EUROS CON OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
6.2.10	ud Electroválvula de plástico para una tensión de 24 V., con solenoide, de 1" de diámetro, i/conexión a la red, totalmente instalada.	78,50	SETENTA Y OCHO EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS
6.2.11	ud Gotero autocompensante de 2 litros/hora, instalado en ramal de 12 mm., incluso éste y p/p. de línea y derivación, totalmente instalado.	1,61	UN EURO CON SESENTA Y UN CÉNTIMOS
6.2.12	ud Sensor de humedad edáfica de lectura directa, i/enterrado y conexión, completamente instalado.	117,16	CIENTO DIECISIETE EUROS CON DIECISEIS CÉNTIMOS
<b>6.3 Saneamiento</b>			
6.3.1	m Canalón de PVC circular, con 185 mm de desarrollo, fijado mediante gafas de sujeción al alero, totalmente equipado, incluso con p.p. de piezas especiales y remates finales de PVC, y piezas de conexión a bajantes, completamente instalado.	19,42	DIECINUEVE EUROS CON CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS
6.3.2	m Bajante de PVC de pluviales, UNE-EN-1453, de 75 mm de diámetro, con sistema de unión por junta elástica, colocada con abrazaderas metálicas, instalada, incluso con p.p. de piezas especiales de PVC, funcionando. Según CTE-HS-5. Incluye protector de base.	8,52	OCHO EUROS CON CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS
6.3.3	m. Tubería enterrada de PVC liso de saneamiento, de unión en copa lisa pegada, de 300 mm. de diámetro exterior, espesor de pared 6'1 mm., colocado sobre cama de arena de río, con p.p. de piezas especiales, sin incluir la excavación ni el tapado posterior de las zanjas, y con p.p. de medios auxiliares.	20,66	VEINTE EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS
6.3.4	m. Tubería enterrada de PVC liso de saneamiento, de unión en copa lisa pegada, de 350 mm. de diámetro exterior, espesor de pared 7'7 mm., colocado sobre cama de arena de río, con p.p. de piezas especiales, sin incluir la excavación ni el tapado posterior de las zanjas, y con p.p. de medios auxiliares.	27,30	VEINTISIETE EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS

Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		EN CIFRA (€)	EN LETRA (€)
6.3.5	ud Arqueta enterrada no registrable, de 70x70x80 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo macizo tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-10/B/40, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento, y cerrada superiormente con un tablero de bardos machihembrados y losa de hormigón HM-15/B/20, ligeramente armada con mallazo, totalmente terminada y sellada con mortero de cemento y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior.	77,47	SETENTA Y SIETE EUROS CON CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS
6.3.6	ud Arqueta de registro de 70x80x80 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo macizo tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-10/B/40, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento, y con tapa de hormigón armado prefabricada, totalmente terminada y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior.	94,62	NOVENTA Y CUATRO EUROS CON SESENTA Y DOS CÉNTIMOS
6.3.7	m. Tubería de PVC de 90 mm. de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2., colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.	7,51	SIETE EUROS CON CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS
6.3.8	m Cuneta formada por piezas prefabricadas de hormigón de sección trapezoidal, de 56x59 mm, unidas mediante junta machihembrada, colocadas sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/20/I	18,23	DIECIOCHO EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS
<b>6.4 Iluminación</b>			
6.4.1	u Bloque autónomo de emergencia IP44 IK04, de superficie, empotrado o estanco (caja estanca: IP66 IK08), de 70 Lúm. con lámpara de emergencia FL. 4 W, con caja de empotrar blanca o negra, con difusor transparente o biplano opal/transparente. Piloto testigo de carga LED. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Base y difusor construidos en policarbonato resistente a la prueba del hilo incandescente 850º. Opción de telemando. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Instalado incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	49,06	CUARENTA Y NUEVE EUROS CON SEIS CÉNTIMOS
6.4.2	u Luminaria Tufflite LED+ High Efficiency, montada sobre luminarie IP66, 1282 mm de longitud, 4.000 K LED con alta eficiencia y 155 lum/cW. Cuerpo de poliestar y policarbonato	141,74	CIENTO CUARENTA Y UN EUROS CON SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		EN CIFRA (€)	EN LETRA (€)
6.4.3	u Foco LED exterior, reflector de aluminio anodizado, con cierre de vidrio templado y junta de silicona, grado de protección IP 65/clase I, horquilla de fijación de acero galvanizado por inmersión en caliente, con lámpara de 30 W. y 3.600 lum, con equipo de arranque. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	85,61	OCHENTA Y CINCO EUROS CON SESENTA Y UN CÉNTIMOS
6.4.4	ud Luminaria esférica de 350 mm. de diámetro, tomada por globo de polietileno opal, deflector térmico de chapa de aluminio y portaglobos de fundición inyectada de aluminio, con lámpara de vapor de mercurio de 80 W. y equipo de arranque. Totalmente instalada incluyendo accesorios y conexionado.	65,69	SESENTA Y CINCO EUROS CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
<b>6.5 Vermicompostaje</b>			
6.5.1	m2 Geotextil no tejido compuesto por fibras de polipropileno unidas por agujeteado, con una resistencia a la tracción longitudinal de 5,4 kN/m y una resistencia a la tracción transversal de 5,9 kN/m, colocado sobre el terreno.	0,57	CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS
6.5.2	m2 Fábrica de ladrillo doble de 25x12x8 cm. de 1/2 pie de espesor recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6, para revestir, i/replanteo, nivelación y aplomado, rejuntado, limpieza y medios auxiliares, s/NBE-FL-90, medida deduciendo huecos superiores a 1 m2.	22,91	VEINTIDOS EUROS CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS
6.5.3	m3 Relleno de grava filtrante sin clasificar, en trasdós de muro, para facilitar el drenaje de las aguas procedentes de lluvia, con el fin de evitar encharcamientos y el sobreempuje hidrostático contra las estructuras de contención, y compactación en tongadas sucesivas de 30 cm de espesor máximo con pisón vibrante de guiado manual. El precio no incluye la red de drenaje ni la realización del ensayo Proctor Modificado.	25,67	VEINTICINCO EUROS CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS
6.5.4	m2 Malla de polipropileno no tejido, de 150 mm/s de permeabilidad al agua, expresada como índice de velocidad y 90 g/m <sup>2</sup> de masa superficial, con función antihierbas, fijada al terreno donde se vaya a realizar la plantación, a razón de 1 planta/m <sup>2</sup> con piquetas de anclaje de acero, en forma de L, de 6 mm de diámetro. El precio no incluye la vegetación.	4,29	CUATRO EUROS CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS
6.5.5	m3 Tierra vegetal cribada, suministrada a granel y extendida con medios mecánicos, mediante retroexcavadora, en capas de espesor uniforme	32,41	TREINTA Y DOS EUROS CON CUARENTA Y UN CÉNTIMOS

Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		EN CIFRA (€)	EN LETRA (€)
	<b>6.6 Contra incendios</b>		
6.6.1	u Pulsador de alarma rearmable color rojo. Incluye tapa de protección y diodo zenner (permite su identificación por la central). Diseñado para montaje en superficie o empotrado y gran facilidad para conexión y mantenimiento. Rotulado pictogramas estándar. Incluye llave de reposición. Medidas: 110 x 105 x 63 mm. Certificado EN 54-11-2001.	38,31	TREINTA Y OCHO EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS
6.6.2	u Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa, de eficacia 34A/183B, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y manguera con difusor, según Norma UNE, certificado AENOR. Medida la unidad instalada.	71,01	SETENTA Y UN EUROS CON UN CÉNTIMO
6.6.3	u Boca de plástico ajustable de color blanco, de 400 mm de diámetro, utilizada para extracción de aire en estancias y locales comerciales, con obturador central móvil para regulación del caudal, i/p.p. de piezas de remate instalación, peso de 10 kg, potencia de 70 W, homologado, según normas UNE .	31,18	TREINTA Y UN EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS
6.6.4	u Señalización de equipos contra incendios no fotoluminiscente, de riesgo diverso, advertencia de peligro, prohibición, evacuación y salvamento, en poliestireno de 1,5 mm, de dimensiones 210x297 mm. Medida la unidad instalada.	4,40	CUATRO EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS
	<b>7 Gestión de residuos</b>		
7.1	t Carga y transporte de escombros mixtos (con maderas, chatarra, plásticos...) a vertedero autorizado por transportista autorizado (por la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma correspondiente), a una distancia mayor de 10 km. y menor de 20 km ida y vuelta, en camiones basculantes de hasta 20 t. de peso, cargados con pala cargadora grande, incluso canon de vertedero, sin medidas de protección colectivas. (Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre)	36,90	TREINTA Y SEIS EUROS CON NOVENTA CÉNTIMOS
7.2	m3 Clasificación a pie de obra de residuos de construcción o demolición en fracciones según normativa vigente, con medios manuales.	8,65	OCHO EUROS CON SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS
	<b>8 Seguridad y salud</b>		
	<b>8.1 Sistemas de protección colectiva</b>		
8.1.1	ud Tapa provisional para arquetas de 38x38 cm., huecos de forjado o asimilables, formada mediante tablonos de madera de 20x5 cms. armados mediante clavazón, incluso colocación, (amortizable en dos usos).	9,14	NUEVE EUROS CON CATORCE CÉNTIMOS

Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		EN CIFRA (€)	EN LETRA (€)
8.1.2	ud Valla de obra reflectante de 170x25 cm. de poliéster reforzado con fibra de vidrio, con terminación en colores rojo y blanco, patas metálicas, amortizable en 5 usos, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97.	21,94	VEINTIUN EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
8.1.3	ud Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor. Medida la unidad instalada. s/ R.D. 486/97.	44,81	CUARENTA Y CUATRO EUROS CON OCHENTA Y UN CÉNTIMOS
8.1.4	m. Barandilla de protección castillete, compuesta por pasamanos formado por tabloncillos de madera de pino de 20x5 cm., rodapié y travesaño intermedio de 15x5 cm. (amortizable en 3 usos), para protección de castilletes, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97.	8,94	OCHO EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
8.1.5	ud Placa señalización-información en PVC serigrafiado de 50x30 cm., fijada mecánicamente, amortizable en 3 usos, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97.	4,38	CUATRO EUROS CON TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS
8.1.6	m. Cinta de balizamiento bicolor rojo/blanco de material plástico, incluso colocación y desmontaje. R.D. 485/97.	0,94	NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
<b>8.2 Instalaciones personales</b>			
8.2.1	ms Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para aseo en obra de 1,70x0,90x2,30 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., placa turca, y un lavabo, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenolítica antideslizante y resistente al desgaste. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, inst. eléctrica monofásica de 220 V. con automático. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.	186,87	CIENTO OCHENTA Y SEIS EUROS CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS
<b>8.3 Equipos de protección individual</b>			
8.3.1	ud Gafas antipolvo antiempañables, panorámicas, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	0,43	CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS
8.3.2	ud Pantalla de seguridad para soldadura oxiacetilénica, abatible con fijación en cabeza, (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	20,29	VEINTE EUROS CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS
8.3.3	ud Juego de tapones antiruido de silicona ajustables. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	1,02	UN EURO CON DOS CÉNTIMOS

Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		EN CIFRA (€)	EN LETRA (€)
8.3.4	ud Arnés de seguridad con amarre dorsal fabricado con cincha de nylon de 45 mm. y elementos metálicos de acero inoxidable, homologado CE; s/ R.D. 773/97.	4,74	CUATRO EUROS CON SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
8.3.5	ud Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	2,33	DOS EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS
8.3.6	ud Filtro recambio de mascarilla para polvo y humos, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	1,85	UN EURO CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS
8.3.7	ud Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	6,17	SEIS EUROS CON DIECISIETE CÉNTIMOS
8.3.8	ud Par de botas altas de agua. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	6,18	SEIS EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS
8.3.9	ud Par de guantes para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	1,99	UN EURO CON NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
8.3.10	ud Par guantes de goma látex-anticorte. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	1,85	UN EURO CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS
8.3.11	ud Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	11,33	ONCE EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS
8.3.12	ud Casco de seguridad con arnés de adaptación, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	2,06	DOS EUROS CON SEIS CÉNTIMOS
	<b>8.4 Formación</b>		
8.4.1	ud Costo mensual de formación de seguridad y salud en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado.	42,65	CUARENTA Y DOS EUROS CON SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS
	<b>8.5 Medicina preventiva y primeros auxilios</b>		
8.5.1	ud Botiquín de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado.	84,57	OCHENTA Y CUATRO EUROS CON CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS
8.5.2	ud Reposición de material de botiquín de urgencia.	62,98	SESENTA Y DOS EUROS CON NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS
	<b>9 Maquinaria</b>		
9.1	u Tractor frutero de 70 kW, toma de fuerza trasera y equipamiento de serie.	51.500,00	CINCUENTA Y UN MIL QUINIENTOS EUROS
9.2	u Tractor de 90 kW, toma de fuerza trasera y equipamiento de serie.	80.000,00	OCHENTA MIL EUROS
9.3	u Criba tromel con tambor de cribado de 300 mm y capacidad de 35 m3/h, accionada por motor diesel de 14 kW.	71.850,00	SETENTA Y UN MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA EUROS
9.4	u Ensacadora para sacos de 30 kg, con capacidad para hasta 100 sacos/hora, accionada por motor de 1 kW	18.500,00	DIECIOCHO MIL QUINIENTOS EUROS
9.5	u Tolva ensacadora de big bags, que dispone de tolva de 2.000 L y con capacidad de trabajo puede ser de hasta 50 sacos/hora	15.000,00	QUINCE MIL EUROS

Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		EN CIFRA (€)	EN LETRA (€)
9.6	u Pala hidráulica adaptada para tractor de 95 kW, altura máxima de 4,5 m, carga máxima de 2.500 kg y horquilla paquetes.	8.500,00	OCHO MIL QUINIENTOS EUROS
9.7	u Horquilla mecánica para balas rectangulares, con una anchura de 1,78 m y una altura de 1,35 m.	10.000,00	DIEZ MIL EUROS
9.8	u Carro mezclador acoplado a la toma de fuerza de tractor, con potencia de 110 CV y capacidad máxima de trabajo de 55 m3/h	45.000,00	CUARENTA Y CINCO MIL EUROS
9.9	u Maquina volteadora de compost acoplada a toma de fuerza del tractor, con una velocidad de trabajo de 500 m/h y una capacidad de trabajo de 2.000 m3/h, incluye instalación.	55.000,00	CINCUENTA Y CINCO MIL EUROS
<b>10 Cerrajería</b>			
10.1	m Cercado de 2,00 m. de altura realizado con malla simple torsión galvanizada en caliente, de trama 50/14 y postes de tubo de acero galvanizado por inmersión de 42 mm. de diámetro, p.p. de postes de esquina, jabalcones, tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada i/replanteo y recibido de postes con hormigón HM-20/P/20/l de central.	22,41	VEINTIDOS EUROS CON CUARENTA Y UN CÉNTIMOS
10.2	m Barrera vegetal perenne de hasta 2 m de altura y anchura de 1 m.	3,24	TRES EUROS CON VEINTICUATRO CÉNTIMOS
10.3	u Puerta cancela metálica de carpintería metálica, de hoja corredera, dimensiones 1000 x 200 cm, para acceso de vehículos, apertura manual.	5.895,25	CINCO MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS
10.4	m2 Puerta corredera suspendida, formada por chapa plegada de acero galvanizado de textura acanalada, apertura manual.	200,41	DOSCIENTOS EUROS CON CUARENTA Y UN CÉNTIMOS

## 2. CUADRO DE PRECIOS Nº2

Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		PARCIAL (€)	TOTAL (€)
	<b>1 Acondicionamiento del terreno</b>		
1.1	m2 Retirada y apilado de capa de tierra vegetal superficial (20 cm), por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.		
	<i>Mano de obra</i>	0,13	
	<i>Maquinaria</i>	0,75	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,03	
			0,91
1.2	m3 Excavación y relleno de red subterránea (saneamiento y eléctrica)		
	<i>Mano de obra</i>	18,57	
	<i>Maquinaria</i>	3,79	
	<i>Materiales</i>	1,30	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,71	
			24,37
1.3	m3 Excavación a cielo abierto, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares, para la creación de balsas		
	<i>Mano de obra</i>	0,42	
	<i>Maquinaria</i>	1,97	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,07	
			2,46
	<b>2 Cimentaciones</b>		
2.1	m3 Hormigón de limpieza HL-150/B/20, elaborado en central, para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. Según NTE-CSZ, EHE-08 y CTE-SE-C.		
	<i>Mano de obra</i>	10,08	
	<i>Materiales</i>	69,35	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	2,38	
			81,81

Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		PARCIAL (€)	TOTAL (€)
2.2	m2 Solera de hormigón de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25 N/mm2, Tmáx.20 mm., elaborado en obra, i/vertido, colocación y armado con mallazo 15x15x6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según NTE-RSS y EHE-08.		
	<i>Mano de obra</i>	4,16	
	<i>Maquinaria</i>	4,78	
	<i>Materiales</i>	13,57	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,68	
			23,20
2.3	m3 Hormigón armado HA-25/P/40/Ila, elaborado en central, en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg/m³), vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE-CSZ, EHE-08 y CTE-SE-C.		
	<i>Mano de obra</i>	33,96	
	<i>Maquinaria</i>	7,66	
	<i>Materiales</i>	119,92	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	4,85	
			166,39
2.4	m2 Encachado de piedra caliza 40/80 de 15 cm. de espesor en sub-base de solera, i/extendido y compactado con pisón.		
	<i>Mano de obra</i>	3,36	
	<i>Materiales</i>	3,31	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,20	
			6,87
2.5	m3 Base de pavimento realizada mediante relleno a cielo abierto, con zahorra natural caliza, y compactación en tongadas sucesivas de 30 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.		
	<i>Sin descomposición</i>	22,19	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,67	
			22,86

Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		PARCIAL (€)	TOTAL (€)
2.6	m2 Impermeabilización de balsa o pequeño embalse de agua no potable, con geomembrana homogénea de policloruro de vinilo plastificado (PVC-P), con resistencia a la intemperie, de 1,5 mm de espesor, color gris, con una densidad de 1240 kg/m <sup>3</sup> según UNE-EN ISO 1183, resistencia CBR a punzonamiento de 2,3 kN según UNE-EN ISO 12236 y una resistencia al desgarro superior a 40 kN/m, colocada con solapes, sin adherir al soporte, sobre geotextil tejido a base de polipropileno, con una resistencia a la tracción longitudinal de 105,0 kN/m, una resistencia a la tracción transversal de 105,0 kN/m, una apertura de cono al ensayo de perforación dinámica según UNE-EN ISO 13433 inferior a 7 mm, resistencia CBR a punzonamiento 10,5 kN y una masa superficial de 445 g/m <sup>2</sup> .		
	<i>Sin descomposición</i>	17,20	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,52	
			17,72
	<b>3 Estructuras</b>		
3.1	u Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 40x42x3 cm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 12 mm. de diámetro y 45 cm. de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según NTE, CTE-DB-SE-A y EAE.		
	<i>Mano de obra</i>	15,38	
	<i>Maquinaria</i>	0,14	
	<i>Materiales</i>	14,57	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,90	
			30,99
3.2	Ud Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 50x110x2,5 cm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 12 mm. de diámetro y 45 cm. de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según NTE, CTE-DB-SE-A y EAE.		
	<i>Mano de obra</i>	15,38	
	<i>Maquinaria</i>	0,14	
	<i>Materiales</i>	24,59	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	1,20	
			41,31
3.3	kg Acero laminado S275, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas mediante uniones atornilladas; i/p.p. de tornillos calibrados A4T, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS, CTE-DB-SE-A y EAE.		
	<i>Mano de obra</i>	1,10	
	<i>Maquinaria</i>	0,14	
	<i>Materiales</i>	1,49	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,08	

Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		PARCIAL (€)	TOTAL (€)
			2,83
	<b>4 Arbañilería</b>		
4.1	m2 Fábrica de bloques huecos decorativos de hormigón, liso y blanco, de 40x20x20 cm. colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento blanco BL-II/A-L 42,5 R y arena de río M-10/BL, relleno de hormigón de 330 kg. de cemento/m3. de dosificación y armaduras según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB-6 y CTE-SE-F, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 771-3:2011.		
	<i>Mano de obra</i>	29,41	
	<i>Maquinaria</i>	0,04	
	<i>Materiales</i>	21,29	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	1,52	
			52,27
4.2	m2 Panel de sectorización ACH (PM1) en 100 mm. de espesor machihembrado en cara exterior e interior, núcleo de lana de roca tipo "M" dispuesto en lámelas con chapas de acero prelacadas 0,5/0,5, certificado según norma europea de reacción al fuego EN-13501-1:2002 como A2-S1,d0 y resistencia al fuego durante 120 minutos (EI120). Marcado CE s/norma EN14509:2006. Incluso p.p de accesorios ACH, mano de obra y medios auxiliares. Totalmente instalado y terminado.		
	<i>Mano de obra</i>	13,08	
	<i>Maquinaria</i>	9,26	
	<i>Materiales</i>	33,06	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	1,66	
			57,06
4.3	m2 Pintura plástica lisa mate económica en blanco o pigmentada, sobre paramentos verticales y horizontales, dos manos, incluso mano de fondo, imprimación.		
	<i>Mano de obra</i>	3,94	
	<i>Materiales</i>	1,30	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,16	
			5,40

Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		PARCIAL (€)	TOTAL (€)
4.4	m2 Fábrica de partición de bloque aligerado de termoarcilla, 20x20x20cm, recibida con mortero de cemento M-7,5 con colocación, cada tres hiladas (las 2 primeras y cada 60cm), de armadura de acero galvanizado, en forma de cercha Murfor® RND.4/Z-100, según EC-6, i/p.p. de jambas, anclajes Murfor®Anc, dinteles, ejecución de encuentros y piezas especiales, rejuntado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB-6 y CTE-SE-F, medida deduciendo huecos superiores a 2m2. Incluso p/p de aplomado y recibido de cercos y precercos, mermas y roturas, con eliminación de restos, limpieza final y retirada a vertedero.		
	<i>Mano de obra</i>	12,05	
	<i>Maquinaria</i>	0,01	
	<i>Materiales</i>	11,58	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,71	
			24,36
4.5	m2 Fábrica de bloques huecos decorativos de hormigón, liso y blanco, de 40x30x20 cm. colocado a dos caras vistas, recibidos con mortero de cemento blanco BL-II/A-L 42,5 R y arena de río M-10/BL, rellenos de hormigón de 330 kg. de cemento/m3. de dosificación y armaduras según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación aplomado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB-6 y CTE-SE-F, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 771-3:2011.		
	<i>Mano de obra</i>	34,27	
	<i>Maquinaria</i>	0,04	
	<i>Materiales</i>	22,54	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	1,71	
			58,57
	<b>5 Cubiertas</b>		
5.1	m2 Cubierta de chapa de acero de 0,6 mm. de espesor en perfil comercial galvanizado por ambas caras, sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, medida en verdadera magnitud.		
	<i>Mano de obra</i>	5,97	
	<i>Materiales</i>	7,97	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,42	
			14,36
5.2	m2 Lámina de polietileno térmico (140 g/m2)		
	<i>Sin descomposición</i>	0,77	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,02	
			0,79

Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		PARCIAL (€)	TOTAL (€)
	<b>6 Instalaciones</b>		
	<b>6.1 Eléctricas</b>		
6.1.1	u Toma de tierra independiente con con pica de acero cobrizado de D=14,3 mm. y 2 m. de longitud, cable de cobre de 35 mm <sup>2</sup> hasta una longitud de 20 metros, uniones mediante soldadura aluminotérmica, incluyendo registro de comprobación y puente de prueba. Según REBT, ITC-BT-18 e ITC-BT-26.		
	<i>Mano de obra</i>	37,07	
	<i>Materiales</i>	138,43	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	5,27	
			180,77
6.1.2	m Cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2x2,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.		
	<i>Mano de obra</i>	0,45	
	<i>Materiales</i>	1,23	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,05	
			1,73
6.1.3	m Cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2x6 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.		
	<i>Mano de obra</i>	0,45	
	<i>Materiales</i>	2,20	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,08	
			2,73
6.1.4	m Cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3G10 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.		
	<i>Mano de obra</i>	0,45	
	<i>Materiales</i>	4,49	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,15	
			5,09

Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		PARCIAL (€)	TOTAL (€)
6.1.5	m Cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2x16 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.		
	<i>Mano de obra</i>	0,45	
	<i>Materiales</i>	4,80	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,16	
			5,41
6.1.6	m Cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3x25 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.		
	<i>Mano de obra</i>	0,45	
	<i>Materiales</i>	10,39	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,33	
			11,17
6.1.7	m Cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4x120 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.		
	<i>Mano de obra</i>	0,45	
	<i>Materiales</i>	65,11	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	1,97	
			67,53
6.1.8	m Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 75 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 20 julios, con grado de protección IP 549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.		
	<i>Materiales</i>	3,70	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,11	
			3,81
6.1.9	m Bandeja perforada de acero galvanizado, de 50x25 mm, para soporte y conducción de cables eléctricos, incluso accesorios. Según UNE-EN 61537.		
	<i>Mano de obra</i>	2,48	
	<i>Materiales</i>	4,64	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,21	

Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		PARCIAL (€)	TOTAL (€)
			7,33
6.1.10	u Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 2000 A.		
	<i>Mano de obra</i>	18,61	
	<i>Materiales</i>	1.388,99	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	42,23	
			1.449,83
6.1.11	u Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 400 A.		
	<i>Mano de obra</i>	18,61	
	<i>Materiales</i>	642,80	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	19,84	
			681,25
	<b>6.2 Riego</b>		
6.2.1	u Electrobomba centrífuga multicelular de eje vertical con bridas, cuerpo de fundición e impulsor de acero inoxidable, de 5,5 CV		
	<i>Sin descomposición</i>	1.521,36	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	45,64	
			1.567,00
6.2.2	u Electrobomba centrífuga multicelular de eje vertical con bridas, cuerpo de fundición e impulsor de acero inoxidable, de 12 CV		
	<i>Sin descomposición</i>	3.419,00	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	102,57	
			3.521,57
6.2.3	u Contador Woltman, conectado al ramal de riego a la entrada de la era de fermentación y los invernaderos de vermicompostaje, incluso instalación de dos llaves de corte de esfera, de 25 mm., grifo de purga, válvula de retención y demás material auxiliar, totalmente montado y funcionando, incluso timbrado del contador por el Ministerio de Industria, sin incluir la batería general, ni la ascendente individual		
	<i>Sin descomposición</i>	164,30	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	4,93	
			169,23

Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		PARCIAL (€)	TOTAL (€)
6.2.4	u Programador electrónico para riego automático, para 8 estaciones, con 1 programa y 3 arranques diarios del programa, alimentación por batería de 9 V. <i>Sin descomposición</i>  3 % Costes indirectos	150,12  4,50	154,62
6.2.5	u Válvula de mariposa de palanca y asiento de EPDM, unión con bridas, de 2" de diámetro, PN=16 bar, formada por cuerpo, disco y palanca de fundición dúctil y eje de acero inoxidable. <i>Sin descomposición</i>  3 % Costes indirectos	70,42  2,11	72,53
6.2.6	u Aspersor aéreo de giro por impacto, de latón, con arco ajustable, radio de 10 a 37 m regulable con tornillo, conexión de 1/2" de diámetro. <i>Sin descomposición</i>  3 % Costes indirectos	19,18  0,58	19,76
6.2.7	m Tubo de policloruro de vinilo orientado PVC, de 99,4 mm de diámetro exterior, PN=12,5 atm. El precio incluye los equipos y la maquinaria necesarios para el desplazamiento y la disposición en obra de los elementos. <i>Sin descomposición</i>  3 % Costes indirectos	10,25  0,31	10,56
6.2.8	m Tubería de PVC de 211,8 mm. de diámetro nominal, unión por junta de goma, para una presión de trabajo de 70 mca, colocada en zanja sobre cama de arena de 20 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada. <i>Sin descomposición</i>  3 % Costes indirectos	26,08  0,78	26,86
6.2.9	m Suministro y montaje de tubería de polietileno de 75 mm. de diámetro y 10 mca de presión para riego por goteo, i/p.p. de piezas especiales. <i>Sin descomposición</i>  3 % Costes indirectos	2,76  0,08	2,84

Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		PARCIAL (€)	TOTAL (€)
6.2.10	ud Electroválvula de plástico para una tensión de 24 V., con solenoide, de 1" de diámetro, i/conexión a la red, totalmente instalada.		
	<i>Mano de obra</i>	11,46	
	<i>Materiales</i>	64,75	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	2,29	
			78,50
6.2.11	ud Gotero autocompensante de 2 litros/hora, instalado en ramal de 12 mm., incluso éste y p/p. de línea y derivación, totalmente instalado.		
	<i>Mano de obra</i>	0,10	
	<i>Materiales</i>	1,46	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,05	
			1,61
6.2.12	ud Sensor de humedad edáfica de lectura directa, i/enterrado y conexión, completamente instalado.		
	<i>Mano de obra</i>	28,17	
	<i>Materiales</i>	85,58	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	3,41	
			117,16
	<b>6.3 Saneamiento</b>		
6.3.1	m Canalon de PVC circular, con 185 mm de desarrollo, fijado mediante gafas de sujeción al alero, totalmente equipado, incluso con p.p. de piezas especiales y remates finales de PVC, y piezas de conexión a bajantes, completamente instalado.		
	<i>Mano de obra</i>	4,99	
	<i>Materiales</i>	13,86	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,57	
			19,42
6.3.2	m Bajante de PVC de pluviales, UNE-EN-1453, de 75 mm de diámetro, con sistema de unión por junta elástica, colocada con abrazaderas metálicas, instalada, incluso con p.p. de piezas especiales de PVC, funcionando. Según CTE-HS-5. Incluye protector de base.		
	<i>Mano de obra</i>	2,99	
	<i>Materiales</i>	5,28	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,25	
			8,52

Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		PARCIAL (€)	TOTAL (€)
6.3.3	m. Tubería enterrada de PVC liso de saneamiento, de unión en copa lisa pegada, de 300 mm. de diámetro exterior, espesor de pared 6'1 mm., colocado sobre cama de arena de río, con p.p. de piezas especiales, sin incluir la excavación ni el tapado posterior de las zanjas, y con p.p. de medios auxiliares.		
	<i>Mano de obra</i>	3,64	
	<i>Materiales</i>	16,42	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,60	
			20,66
6.3.4	m. Tubería enterrada de PVC liso de saneamiento, de unión en copa lisa pegada, de 350 mm. de diámetro exterior, espesor de pared 7'7 mm., colocado sobre cama de arena de río, con p.p. de piezas especiales, sin incluir la excavación ni el tapado posterior de las zanjas, y con p.p. de medios auxiliares.		
	<i>Mano de obra</i>	4,00	
	<i>Materiales</i>	22,50	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,80	
			27,30
6.3.5	ud Arqueta enterrada no registrable, de 70x70x80 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo macizo tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-10/B/40, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento, y cerrada superiormente con un tablero de bardos machihembrados y losa de hormigón HM-15/B/20, ligeramente armada con mallazo, totalmente terminada y sellada con mortero de cemento y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior.		
	<i>Mano de obra</i>	53,35	
	<i>Materiales</i>	21,86	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	2,26	
			77,47
6.3.6	ud Arqueta de registro de 70x80x80 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo macizo tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-10/B/40, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento, y con tapa de hormigón armado prefabricada, totalmente terminada y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior.		
	<i>Mano de obra</i>	53,35	
	<i>Materiales</i>	38,51	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	2,76	
			94,62

Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		PARCIAL (€)	TOTAL (€)
6.3.7	m. Tubería de PVC de 90 mm. de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2., colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.		
	<i>Mano de obra</i>	1,71	
	<i>Materiales</i>	5,58	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,22	
			7,51
6.3.8	m Cuneta formada por piezas prefabricadas de hormigón de sección trapezoidal, de 56x59 mm, unidas mediante junta machihembrada, colocadas sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/20/l		
	<i>Sin descomposición</i>	17,70	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,53	
			18,23
<b>6.4 Iluminación</b>			
6.4.1	u Bloque autónomo de emergencia IP44 IK04, de superficie, empotrado o estanco (caja estanca: IP66 IK08), de 70 Lúm. con lámpara de emergencia FL. 4 W, con caja de empotrar blanca o negra, con difusor transparente o biplano opal/transparente. Piloto testigo de carga LED. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Base y difusor construidos en policarbonato resistente a la prueba del hilo incandescente 850°. Opción de telemando. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Instalado incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.		
	<i>Mano de obra</i>	11,49	
	<i>Materiales</i>	36,14	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	1,43	
			49,06
6.4.2	u Luminaria Tufflite LED+ High Efficiency, montada sobre luminarie IP66, 1282 mm de longitud, 4.000 K LED con alta eficiencia y 155 lum/cW. Cuerpo de poliestar y policarbonato		
	<i>Mano de obra</i>	10,18	
	<i>Materiales</i>	127,43	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	4,13	
			141,74

Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		PARCIAL (€)	TOTAL (€)
6.4.3	u Foco LED exterior, reflector de aluminio anodizado, con cierre de vidrio templado y junta de silicona, grado de protección IP 65/clase I, horquilla de fijación de acero galvanizado por inmersión en caliente, con lámpara de 30 W. y 3.600 lum, con equipo de arranque. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.		
	<i>Sin descomposición</i>	83,12	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	2,49	
			85,61
6.4.4	ud Luminaria esférica de 350 mm. de diámetro, tomada por globo de polietileno opal, deflector térmico de chapa de aluminio y portaglobos de fundición inyectada de aluminio, con lámpara de vapor de mercurio de 80 W. y equipo de arranque. Totalmente instalada incluyendo accesorios y conexionado.		
	<i>Mano de obra</i>	7,18	
	<i>Materiales</i>	56,60	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	1,91	
			65,69
<b>6.5 Vermicompostaje</b>			
6.5.1	m2 Geotextil no tejido compuesto por fibras de polipropileno unidas por agujeteado, con una resistencia a la tracción longitudinal de 5,4 kN/m y una resistencia a la tracción transversal de 5,9 kN/m, colocado sobre el terreno.		
	<i>Sin descomposición</i>	0,55	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,02	
			0,57
6.5.2	m2 Fábrica de ladrillo doble de 25x12x8 cm. de 1/2 pie de espesor recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6, para revestir, i/replanteo, nivelación y aplomado, rejuntado, limpieza y medios auxiliares, s/NBE-FL-90, medida deduciendo huecos superiores a 1 m2.		
	<i>Mano de obra</i>	17,13	
	<i>Maquinaria</i>	0,02	
	<i>Materiales</i>	5,09	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,67	
			22,91

Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		PARCIAL (€)	TOTAL (€)
6.5.3	m3 Relleno de grava filtrante sin clasificar, en trasdós de muro, para facilitar el drenaje de las aguas procedentes de lluvia, con el fin de evitar encharcamientos y el sobreempuje hidrostático contra las estructuras de contención, y compactación en tongadas sucesivas de 30 cm de espesor máximo con pisón vibrante de guiado manual. El precio no incluye la red de drenaje ni la realización del ensayo Proctor Modificado. <i>Sin descomposición</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	24,92 0,75	25,67
6.5.4	m2 Malla de polipropileno no tejido, de 150 mm/s de permeabilidad al agua, expresada como índice de velocidad y 90 g/m <sup>2</sup> de masa superficial, con función antihierbas, fijada al terreno donde se vaya a realizar la plantación, a razón de 1 planta/m <sup>2</sup> con piquetas de anclaje de acero, en forma de L, de 6 mm de diámetro. El precio no incluye la vegetación. <i>Sin descomposición</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	4,17 0,12	4,29
6.5.5	m3 Tierra vegetal cribada, suministrada a granel y extendida con medios mecánicos, mediante retroexcavadora, en capas de espesor uniforme <i>Sin descomposición</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	31,47 0,94	32,41
<b>6.6 Contra incendios</b>			
6.6.1	u Pulsador de alarma rearmable color rojo. Incluye tapa de protección y diodo zenner (permite su identificación por la central). Diseñado para montaje en superficie o empotrado y gran facilidad para conexión y mantenimiento. Rotulado pictogramas estándar. Incluye llave de reposición. Medidas: 110 x 105 x 63 mm. Certificado EN 54-11-2001. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	27,80 9,39 1,12	38,31
6.6.2	u Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa, de eficacia 34A/183B, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y manguera con difusor, según Norma UNE, certificado AENOR. Medida la unidad instalada. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	8,32 60,62 2,07	71,01

Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		PARCIAL (€)	TOTAL (€)
6.6.3	u Boca de plástico ajustable de color blanco, de 400 mm de diámetro, utilizada para extracción de aire en estancias y locales comerciales, con obturador central móvil para regulación del caudal, i/p.p. de piezas de remate instalación, peso de 10 kg, potencia de 70 W, homologado, según normas UNE . <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	19,95 10,32 0,91	31,18
6.6.4	u Señalización de equipos contra incendios no fotoluminiscente, de riesgo diverso, advertencia de peligro, prohibición, evacuación y salvamento, en poliestireno de 1,5 mm, de dimensiones 210x297 mm. Medida la unidad instalada. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	0,83 3,44 0,13	4,40
<b>7 Gestión de residuos</b>			
7.1	t Carga y transporte de escombros mixtos (con maderas, chatarra, plásticos...) a vertedero autorizado por transportista autorizado (por la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma correspondiente), a una distancia mayor de 10 km. y menor de 20 km ida y vuelta, en camiones basculantes de hasta 20 t. de peso, cargados con pala cargadora grande, incluso canon de vertedero, sin medidas de protección colectivas. (Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre) <i>Maquinaria</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	35,83 1,07	36,90
7.2	m3 Clasificación a pie de obra de residuos de construcción o demolición en fracciones según normativa vigente, con medios manuales. <i>Mano de obra</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	8,40 0,25	8,65
<b>8 Seguridad y salud</b>			
<b>8.1 Sistemas de protección colectiva</b>			
8.1.1	ud Tapa provisional para arquetas de 38x38 cm., huecos de forjado o asimilables, formada mediante tablonos de madera de 20x5 cms. armados mediante clavazón, incluso colocación, (amortizable en dos usos). <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	0,84 8,03 0,27	

Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		PARCIAL (€)	TOTAL (€)
			9,14
8.1.2	ud Valla de obra reflectante de 170x25 cm. de poliéster reforzado con fibra de vidrio, con terminación en colores rojo y blanco, patas metálicas, amortizable en 5 usos, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97.		
	<i>Mano de obra</i>	1,68	
	<i>Materiales</i>	19,62	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,64	
			21,94
8.1.3	ud Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor. Medida la unidad instalada. s/ R.D. 486/97.		
	<i>Mano de obra</i>	1,68	
	<i>Materiales</i>	41,82	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	1,31	
			44,81
8.1.4	m. Barandilla de protección castillete, compuesta por pasamanos formado por tablones de madera de pino de 20x5 cm., rodapié y travesaño intermedio de 15x5 cm. (amortizable en 3 usos), para protección de castilletes, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97.		
	<i>Mano de obra</i>	3,66	
	<i>Materiales</i>	5,02	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,26	
			8,94
8.1.5	ud Placa señalización-información en PVC serigrafiado de 50x30 cm., fijada mecánicamente, amortizable en 3 usos, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97.		
	<i>Mano de obra</i>	2,52	
	<i>Materiales</i>	1,73	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,13	
			4,38
8.1.6	m. Cinta de balizamiento bicolor rojo/blanco de material plástico, incluso colocación y desmontaje. R.D. 485/97.		
	<i>Mano de obra</i>	0,84	
	<i>Materiales</i>	0,07	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,03	
			0,94

Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		PARCIAL (€)	TOTAL (€)
<b>8.2 Instalaciones personales</b>			
8.2.1	ms Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para aseo en obra de 1,70x0,90x2,30 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., placa turca, y un lavabo, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, inst. eléctrica monofásica de 220 V. con automático. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.		
	<i>Mano de obra</i>	1,43	
	<i>Materiales</i>	180,00	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	5,44	
			186,87
<b>8.3 Equipos de protección individual</b>			
8.3.1	ud Gafas antipolvo antiempañables, panorámicas, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.		
	<i>Materiales</i>	0,42	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,01	
			0,43
8.3.2	ud Pantalla de seguridad para soldadura oxiacetilénica, abatible con fijación en cabeza, (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.		
	<i>Materiales</i>	19,70	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,59	
			20,29
8.3.3	ud Juego de tapones antiruido de silicona ajustables. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.		
	<i>Materiales</i>	0,99	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,03	
			1,02
8.3.4	ud Arnés de seguridad con amarre dorsal fabricado con cincha de nylon de 45 mm. y elementos metálicos de acero inoxidable, homologado CE; s/ R.D. 773/97.		
	<i>Materiales</i>	4,60	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,14	
			4,74

Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		PARCIAL (€)	TOTAL (€)
8.3.5	ud Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97. <i>Materiales</i> 3 % Costes indirectos	2,26 0,07	2,33
8.3.6	ud Filtro recambio de mascarilla para polvo y humos, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97. <i>Materiales</i> 3 % Costes indirectos	1,80 0,05	1,85
8.3.7	ud Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97. <i>Materiales</i> 3 % Costes indirectos	5,99 0,18	6,17
8.3.8	ud Par de botas altas de agua. Certificado CE; s/ R.D. 773/97. <i>Materiales</i> 3 % Costes indirectos	6,00 0,18	6,18
8.3.9	ud Par de guantes para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97. <i>Materiales</i> 3 % Costes indirectos	1,93 0,06	1,99
8.3.10	ud Par guantes de goma látex-anticorte. Certificado CE; s/ R.D. 773/97. <i>Materiales</i> 3 % Costes indirectos	1,80 0,05	1,85
8.3.11	ud Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97. <i>Materiales</i> 3 % Costes indirectos	11,00 0,33	11,33

Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		PARCIAL (€)	TOTAL (€)
8.3.12	ud Casco de seguridad con arnés de adaptación, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.		
	<i>Materiales</i>	2,00	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,06	
			2,06
<b>8.4 Formación</b>			
8.4.1	ud Costo mensual de formación de seguridad y salud en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado.		
	<i>Materiales</i>	41,41	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	1,24	
			42,65
<b>8.5 Medicina preventiva y primeros auxilios</b>			
8.5.1	ud Botiquín de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado.		
	<i>Mano de obra</i>	1,68	
	<i>Materiales</i>	80,43	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	2,46	
			84,57
8.5.2	ud Reposición de material de botiquín de urgencia.		
	<i>Materiales</i>	61,15	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	1,83	
			62,98
<b>9 Maquinaria</b>			
9.1	u Tractor frutero de 70 kW, toma de fuerza trasera y equipamiento de serie.		
	<i>Sin descomposición</i>	50.000,00	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	1.500,00	
			51.500,00
9.2	u Tractor de 90 kW, toma de fuerza trasera y equipamiento de serie.		
	<i>Sin descomposición</i>	77.669,90	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	2.330,10	
			80.000,00

Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		PARCIAL (€)	TOTAL (€)
9.3	u Criba tromel con tambor de cribado de 300 mm y capacidad de 35 m3/h, accionada por motor diesel de 14 kW. <i>Sin descomposición</i>  3 % Costes indirectos	69.757,28  2.092,72	71.850,00
9.4	u Ensacadora para sacos de 30 kg, con capacidad para hasta 100 sacos/hora, accionada por motor de 1 kW <i>Sin descomposición</i>  3 % Costes indirectos	17.961,17  538,83	18.500,00
9.5	u Tolva ensacadora de big bags, que dispone de tolva de 2.000 L y con capacidad de trabajo puede ser de hasta 50 sacos/hora <i>Sin descomposición</i>  3 % Costes indirectos	14.563,11  436,89	15.000,00
9.6	u Pala hidráulica adaptada para tractor de 95 kW, altura máxima de 4,5 m, carga máxima de 2.500 kg y horquilla paquetes. <i>Sin descomposición</i>  3 % Costes indirectos	8.252,43  247,57	8.500,00
9.7	u Horquilla mecánica para balas rectangulares, con una anchura de 1,78 m y una altura de 1,35 m. <i>Sin descomposición</i>  3 % Costes indirectos	9.708,74  291,26	10.000,00
9.8	u Carro mezclador acoplado a la toma de fuerza de tractor, con potencia de 110 CV y capacidad máxima de trabajo de 55 m3/h <i>Sin descomposición</i>  3 % Costes indirectos	43.689,32  1.310,68	45.000,00
9.9	u Maquina volteadora de compost acoplada a toma de fuerza del tractor, con una velocidad de trabajo de 500 m/h y una capacidad de trabajo de 2.000 m3/h, incluye instalación. <i>Sin descomposición</i>  3 % Costes indirectos	53.398,06  1.601,94	55.000,00

Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		PARCIAL (€)	TOTAL (€)
	<b>10 Cerrajería</b>		
10.1	m Cercado de 2,00 m. de altura realizado con malla simple torsión galvanizada en caliente, de trama 50/14 y postes de tubo de acero galvanizado por inmersión de 42 mm. de diámetro, p.p. de postes de esquina, jabalcones, tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada i/replanteo y recibido de postes con hormigón HM-20/P/20/I de central.		
	<i>Mano de obra</i>	13,73	
	<i>Materiales</i>	8,03	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,65	
			22,41
10.2	m Barrera vegetal perenne de hasta 2 m de altura y anchura de 1 m.		
	<i>Sin descomposición</i>	3,15	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,09	
			3,24
10.3	u Puerta cancela metálica de carpintería metálica, de hoja corredera, dimensiones 1000 x 200 cm, para acceso de vehículos, apertura manual.		
	<i>Mano de obra</i>	190,37	
	<i>Materiales</i>	5.533,17	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	171,71	
			5.895,25
10.4	m2 Puerta corredera suspendida, formada por chapa plegada de acero galvanizado de textura acanalada, apertura manual.		
	<i>Mano de obra</i>	20,14	
	<i>Materiales</i>	174,43	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	5,84	
			200,41

### 3. PRESUPUESTOS PARCIALES

Nº	Ud	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
1.1	M2	Retirada y apilado de capa de tierra vegetal superficial (20 cm), por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.			
		Total m2 .....	11.885,000	0,91	10.815,35
1.2	M3	Excavación y relleno de red subterránea (saneamiento y eléctrica)			
		Total m3 .....	131,460	24,37	3.203,68
1.3	M3	Excavación a cielo abierto, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares, para la creación de balsas			
		Total m3 .....	1.625,000	2,46	3.997,50
Total presupuesto parcial nº 1 Acondicionamiento del terreno :					18.016,53

Nº	Ud	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
2.1	M3	Hormigón de limpieza HL-150/B/20, elaborado en central, para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. Según NTE-CSZ, EHE-08 y CTE-SE-C.			
		Total m3 .....	122,000	81,81	9.980,82
2.2	M2	Solera de hormigón de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25 N/mm <sup>2</sup> , T <sub>máx.</sub> 20 mm., elaborado en obra, i/vertido, colocación y armado con mallazo 15x15x6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según NTE-RSS y EHE-08.			
		Total m2 .....	3.708,000	23,20	86.025,60
2.3	M3	Hormigón armado HA-25/P/40/IIa, elaborado en central, en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg/m <sup>3</sup> ), vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE-CSZ, EHE-08 y CTE-SE-C.			
		Total m3 .....	687,000	166,39	114.309,93
2.4	M2	Encachado de piedra caliza 40/80 de 15 cm. de espesor en sub-base de solera, i/extendido y compactado con pisón.			
		Total m2 .....	9.475,000	6,87	65.093,25
2.5	M3	Base de pavimento realizada mediante relleno a cielo abierto, con zahorra natural caliza, y compactación en tongadas sucesivas de 30 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.			
		Total m3 .....	1.227,000	22,86	28.049,22

2.6	M2	Impermeabilización de balsa o pequeño embalse de agua no potable, con geomembrana homogénea de policloruro de vinilo plastificado (PVC-P), con resistencia a la intemperie, de 1,5 mm de espesor, color gris, con una densidad de 1240 kg/m <sup>3</sup> según UNE-EN ISO 1183, resistencia CBR a punzonamiento de 2,3 kN según UNE-EN ISO 12236 y una resistencia al desgarro superior a 40 kN/m, colocada con solapes, sin adherir al soporte, sobre geotextil tejido a base de polipropileno, con una resistencia a la tracción longitudinal de 105,0 kN/m, una resistencia a la tracción transversal de 105,0 kN/m, una apertura de cono al ensayo de perforación dinámica según UNE-EN ISO 13433 inferior a 7 mm, resistencia CBR a punzonamiento 10,5 kN y una masa superficial de 445 g/m <sup>2</sup> .	Total m2 .....	1.800,000	17,72	31.896,00
Total presupuesto parcial nº 2 Cimentaciones :						335.354,82

Nº	Ud	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE	
3.1	U	Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 40x42x3 cm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 12 mm. de diámetro y 45 cm. de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según NTE, CTE-DB-SE-A y EAE.	Total u .....	169,000	30,99	5.237,31
3.2	Ud	Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 50x110x2,5 cm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 12 mm. de diámetro y 45 cm. de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según NTE, CTE-DB-SE-A y EAE.	Total Ud .....	85,000	41,31	3.511,35
3.3	Kg	Acero laminado S275, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas mediante uniones atornilladas; i/p.p. de tornillos calibrados A4T, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS, CTE-DB-SE-A y EAE.	Total kg .....	81.673,000	2,83	231.134,59
Total presupuesto parcial nº 3 Estructuras :						239.883,25

Nº	Ud	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE	
4.1	M2	Fábrica de bloques huecos decorativos de hormigón, liso y blanco, de 40x20x20 cm. colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento blanco BL-II/A-L 42,5 R y arena de río M-10/BL, relleno de hormigón de 330 kg. de cemento/m3. de dosificación y armaduras según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB-6 y CTE-SE-F, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 771-3:2011.	Total m2 .....	200,840	52,27	10.497,91
4.2	M2	Panel de sectorización ACH (PM1) en 100 mm. de espesor machihembrado en cara exterior e interior, núcleo de lana de roca tipo "M" dispuesto en lámelas con chapas de acero prelacadas 0,5/0,5, certificado según norma europea de reacción al fuego EN-13501-1:2002 como A2-S1,d0 y resistencia al fuego durante 120 minutos (EI120). Marcado CE s/norma EN14509:2006. Incluso p.p de accesorios ACH, mano de obra y medios auxiliares. Totalmente instalado y terminado.	Total m2 .....	855,750	57,06	48.829,10
4.3	M2	Pintura plástica lisa mate económica en blanco o pigmentada, sobre paramentos verticales y horizontales, dos manos, incluso mano de fondo, imprimación.				

		Total m2 .....	453,500	5,40	2.448,90
4.4	M2	Fábrica de partición de bloque aligerado de termoarcilla, 20x20x20cm, recibida con mortero de cemento M-7,5 con colocación, cada tres hiladas (las 2 primeras y cada 60cm), de armadura de acero galvanizado, en forma de cercha Murfor® RND.4/Z-100, según EC-6, i/p.p. de jambas, anclajes Murfor®Anc, dinteles, ejecución de encuentros y piezas especiales, rejuntado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB-6 y CTE-SE-F, medida deduciendo huecos superiores a 2m2. Incluso p/p de aplomado y recibido de cercos y precercos, mermas y roturas, con eliminación de restos, limpieza final y retirada a vertedero.			
		Total m2 .....	152,460	24,36	3.713,93
4.5	M2	Fábrica de bloques huecos decorativos de hormigón, liso y blanco, de 40x30x20 cm. colocado a dos caras vistas, recibidos con mortero de cemento blanco BL-II/A-L 42,5 R y arena de río M-10/BL, rellenos de hormigón de 330 kg. de cemento/m3. de dosificación y armaduras según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación aplomado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB-6 y CTE-SE-F, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 771-3:2011.			
		Total m2 .....	350,000	58,57	20.499,50
		Total presupuesto parcial nº 4 Arbañilería :			85.989,34

Nº	Ud	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
5.1	M2	Cubierta de chapa de acero de 0,6 mm. de espesor en perfil comercial galvanizado por ambas caras, sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, medida en verdadera magnitud.			
		Total m2 .....	3.350,000	14,36	48.106,00
5.2	M2	Lámina de polietileno térmico (140 g/m2)			
		Total m2 .....	4.721,000	0,79	3.729,59
		Total presupuesto parcial nº 5 Cubiertas :			51.835,59

Nº	Ud	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
<i>6.1.- Eléctricas</i>					
6.1.1	U	Toma de tierra independiente con con pica de acero cobrizado de D=14,3 mm. y 2 m. de longitud, cable de cobre de 35 mm2 hasta una longitud de 20 metros, uniones mediante soldadura aluminotérmica, incluyendo registro de comprobación y puente de prueba. Según REBT, ITC-BT-18 e ITC-BT-26.			
		Total u .....	1,600	180,77	289,23
6.1.2	M	Cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2x2,5 mm2 de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.			
		Total m .....	757,000	1,73	1.309,61

6.1.3	M	Cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2x6 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	Total m .....	242,000	2,73	660,66
6.1.4	M	Cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3G10 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	Total m .....	28,000	5,09	142,52
6.1.5	M	Cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2x16 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	Total m .....	149,000	5,41	806,09
6.1.6	M	Cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3x25 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	Total m .....	288,000	11,17	3.216,96
6.1.7	M	Cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4x120 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	Total m .....	150,000	67,53	10.129,50
6.1.8	M	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 75 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 20 julios, con grado de protección IP 549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.	Total m .....	758,000	3,81	2.887,98
6.1.9	M	Bandeja perforada de acero galvanizado, de 50x25 mm, para soporte y conducción de cables eléctricos, incluso accesorios. Según UNE-EN 61537.	Total m .....	856,000	7,33	6.274,48
6.1.10	U	Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 2000 A.	Total u .....	1,000	1.449,83	1.449,83
6.1.11	U	Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 400 A.	Total u .....	6,000	681,25	4.087,50
<i>Total subcapítulo 6.1.- Eléctricas:</i>						31.254,36
<b>6.2.- Riego</b>						
6.2.1	U	Electrobomba centrífuga multicelular de eje vertical con bridas, cuerpo de fundición e impulsor de acero inoxidable, de 5,5 CV	Total u .....	1,000	1.567,00	1.567,00
6.2.2	U	Electrobomba centrífuga multicelular de eje vertical con bridas, cuerpo de fundición e impulsor de acero inoxidable, de 12 CV	Total u .....	1,000	3.521,57	3.521,57

6.2.3	U	Contador Woltman, conectado al ramal de riego a la entrada de la era de fermentación y los invernaderos de vermicompostaje, incluso instalación de dos llaves de corte de esfera, de 25 mm., grifo de purga, válvula de retención y demás material auxiliar, totalmente montado y funcionando, incluso timbrado del contador por el Ministerio de Industria, sin incluir la batería general, ni la ascendente individual	Total u .....	2,000	169,23	338,46
6.2.4	U	Programador electrónico para riego automático, para 8 estaciones, con 1 programa y 3 arranques diarios del programa, alimentación por batería de 9 V.	Total u .....	2,000	154,62	309,24
6.2.5	U	Válvula de mariposa de palanca y asiento de EPDM, unión con bridas, de 2" de diámetro, PN=16 bar, formada por cuerpo, disco y palanca de fundición dúctil y eje de acero inoxidable.	Total u .....	12,000	72,53	870,36
6.2.6	U	Aspersor aéreo de giro por impacto, de latón, con arco ajustable, radio de 10 a 37 m regulable con tornillo, conexión de 1/2" de diámetro.	Total u .....	4,000	19,76	79,04
6.2.7	M	Tubo de policloruro de vinilo orientado PVC, de 99,4 mm de diámetro exterior, PN=12,5 atm. El precio incluye los equipos y la maquinaria necesarios para el desplazamiento y la disposición en obra de los elementos.	Total m .....	201,000	10,56	2.122,56
6.2.8	M	Tubería de PVC de 211,8 mm. de diámetro nominal, unión por junta de goma, para una presión de trabajo de 70 mca, colocada en zanja sobre cama de arena de 20 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.	Total m .....	92,000	26,86	2.471,12
6.2.9	M	Suministro y montaje de tubería de polietileno de 75 mm. de diámetro y 10 mca de presión para riego por goteo, i/p.p. de piezas especiales.	Total m .....	312,000	2,84	886,08
6.2.10	Ud	Electroválvula de plástico para una tensión de 24 V., con solenoide, de 1" de diámetro, i/conexión a la red, totalmente instalada.	Total ud .....	16,000	78,50	1.256,00
6.2.11	Ud	Gotero autocompensante de 2 litros/hora, instalado en ramal de 12 mm., incluso éste y p/p. de línea y derivación, totalmente instalado.	Total ud .....	416,000	1,61	669,76
6.2.12	Ud	Sensor de humedad edáfica de lectura directa, i/enterrado y conexión, completamente instalado.	Total ud .....	16,000	117,16	1.874,56
					<i>Total subcapítulo 6.2.- Riego:</i>	<i>15.965,75</i>

6.3.- Saneamiento

6.3.1	M	Canalón de PVC circular, con 185 mm de desarrollo, fijado mediante gafas de sujeción al alero, totalmente equipado, incluso con p.p. de piezas especiales y remates finales de PVC, y piezas de conexión a bajantes, completamente instalado.	Total m .....	835,000	19,42	16.215,70
6.3.2	M	Bajante de PVC de pluviales, UNE-EN-1453, de 75 mm de diámetro, con sistema de unión por junta elástica, colocada con abrazaderas metálicas, instalada, incluso con p.p. de piezas especiales de PVC, funcionando. Según CTE-HS-5. Incluye protector de base.				

		Total m .....	300,000	8,52	2.556,00
6.3.3	M.	Tubería enterrada de PVC liso de saneamiento, de unión en copa lisa pegada, de 300 mm. de diámetro exterior, espesor de pared 6'1 mm., colocado sobre cama de arena de río, con p.p. de piezas especiales, sin incluir la excavación ni el tapado posterior de las zanjas, y con p.p. de medios auxiliares.			
		Total m. ....:	345,000	20,66	7.127,70
6.3.4	M.	Tubería enterrada de PVC liso de saneamiento, de unión en copa lisa pegada, de 350 mm. de diámetro exterior, espesor de pared 7'7 mm., colocado sobre cama de arena de río, con p.p. de piezas especiales, sin incluir la excavación ni el tapado posterior de las zanjas, y con p.p. de medios auxiliares.			
		Total m. ....:	142,000	27,30	3.876,60
6.3.5	Ud	Arqueta enterrada no registrable, de 70x70x80 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo macizo tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-10/B/40, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento, y cerrada superiormente con un tablero de bardos machihembrados y losa de hormigón HM-15/B/20, ligeramente armada con mallazo, totalmente terminada y sellada con mortero de cemento y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior.			
		Total ud .....	32,000	77,47	2.479,04
6.3.6	Ud	Arqueta de registro de 70x80x80 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo macizo tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-10/B/40, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento, y con tapa de hormigón armado prefabricada, totalmente terminada y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior.			
		Total ud .....	14,000	94,62	1.324,68
6.3.7	M.	Tubería de PVC de 90 mm. de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2., colocada en zanja sobre cama de arena de 15 cm. de espesor, con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja, colocada.			
		Total m. ....:	1.104,000	7,51	8.291,04
6.3.8	M	Cuneta formada por piezas prefabricadas de hormigón de sección trapezoidal, de 56x59 mm, unidas mediante junta machihembrada, colocadas sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/20/I			
		Total m .....	268,000	18,23	4.885,64
		<i>Total subcapítulo 6.3.- Saneamiento:</i>			46.756,40

6.4.- Iluminación

6.4.1	U	Bloque autónomo de emergencia IP44 IK04, de superficie, empotrado o estanco (caja estanca: IP66 IK08), de 70 Lúm. con lámpara de emergencia FL. 4 W, con caja de empotrar blanca o negra, con difusor transparente o biplano opal/transparente. Piloto testigo de carga LED. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Base y difusor construidos en policarbonato resistente a la prueba del hilo incandescente 850º. Opción de telemando. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Instalado incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.			
		Total u .....	2,000	49,06	98,12
6.4.2	U	Luminaria Tufflite LED+ High Efficiency, montada sobre luminarie IP66, 1282 mm de longitud, 4.000 K LED con alta eficiencia y 155 lum/cW. Cuerpo de poliestar y policarbonato			
		Total u .....	108,000	141,74	15.307,92

6.4.3	U	Foco LED exterior, reflector de aluminio anodizado, con cierre de vidrio templado y junta de silicona, grado de protección IP 65/clase I, horquilla de fijación de acero galvanizado por inmersión en caliente, con lámpara de 30 W. y 3.600 lum, con equipo de arranque. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.			
		Total u .....	10,000	85,61	856,10
6.4.4	Ud	Luminaria esférica de 350 mm. de diámetro, tomada por globo de polietileno opal, deflector térmico de chapa de aluminio y portaglobos de fundición inyectada de aluminio, con lámpara de vapor de mercurio de 80 W. y equipo de arranque. Totalmente instalada incluyendo accesorios y conexionado.			
		Total ud .....	10,000	65,69	656,90
		<i>Total subcapítulo 6.4.- Iluminación:</i>			<u>16.919,04</u>
<i>6.5.- Vermicompostaje</i>					
6.5.1	M2	Geotextil no tejido compuesto por fibras de polipropileno unidas por agujeteado, con una resistencia a la tracción longitudinal de 5,4 kN/m y una resistencia a la tracción transversal de 5,9 kN/m, colocado sobre el terreno.			
		Total m2 .....	624,000	0,57	355,68
6.5.2	M2	Fábrica de ladrillo doble de 25x12x8 cm. de 1/2 pie de espesor recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6, para revestir, i/replanteo, nivelación y aplomado, rejuntado, limpieza y medios auxiliares, s/NBE-FL-90, medida deduciendo huecos superiores a 1 m2.			
		Total m2 .....	535,000	22,91	12.256,85
6.5.3	M3	Relleno de grava filtrante sin clasificar, en trasdós de muro, para facilitar el drenaje de las aguas procedentes de lluvia, con el fin de evitar encharcamientos y el sobreempuje hidrostático contra las estructuras de contención, y compactación en tongadas sucesivas de 30 cm de espesor máximo con pisón vibrante de guiado manual. El precio no incluye la red de drenaje ni la realización del ensayo Proctor Modificado.			
		Total m3 .....	62,400	25,67	1.601,81
6.5.4	M2	Malla de polipropileno no tejido, de 150 mm/s de permeabilidad al agua, expresada como índice de velocidad y 90 g/m <sup>2</sup> de masa superficial, con función antihierbas, fijada al terreno donde se vaya a realizar la plantación, a razón de 1 planta/m <sup>2</sup> con piquetas de anclaje de acero, en forma de L, de 6 mm de diámetro. El precio no incluye la vegetación.			
		Total m2 .....	624,000	4,29	2.676,96
6.5.5	M3	Tierra vegetal cribada, suministrada a granel y extendida con medios mecánicos, mediante retroexcavadora, en capas de espesor uniforme			
		Total m3 .....	93,600	32,41	3.033,58
		<i>Total subcapítulo 6.5.- Vermicompostaje:</i>			<u>19.924,88</u>
<i>6.6.- Contra incendios</i>					
6.6.1	U	Pulsador de alarma rearmable color rojo. Incluye tapa de protección y diodo zenner (permite su identificación por la central). Diseñado para montaje en superficie o empotrado y gran facilidad para conexión y mantenimiento. Rotulado pictogramas estándar. Incluye llave de reposición. Medidas: 110 x 105 x 63 mm. Certificado EN 54-11-2001.			
		Total u .....	6,000	38,31	229,86
6.6.2	U	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa, de eficacia 34A/183B, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y manguera con difusor, según Norma UNE, certificado AENOR. Medida la unidad instalada.			
		Total u .....	19,000	71,01	1.349,19

6.6.3	U	Boca de plástico ajustable de color blanco, de 400 mm de diámetro, utilizada para extracción de aire en estancias y locales comerciales, con obturador central móvil para regulación del caudal, i/p.p. de piezas de remate instalación, peso de 10 kg, potencia de 70 W, homologado, según normas UNE .			
		Total u .....	6,000	31,18	187,08
6.6.4	U	Señalización de equipos contra incendios no fotoluminiscente, de riesgo diverso, advertencia de peligro, prohibición, evacuación y salvamento, en poliestireno de 1,5 mm, de dimensiones 210x297 mm. Medida la unidad instalada.			
		Total u .....	19,000	4,40	83,60
		<i>Total subcapítulo 6.6.- Contra incendios:</i>			<u>1.849,73</u>
		<b>Total presupuesto parcial nº 6 Instalaciones :</b>			<b>132.670,16</b>

Nº	Ud	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
7.1	T	Carga y transporte de escombros mixtos (con maderas, chatarra, plásticos...) a vertedero autorizado por transportista autorizado (por la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma correspondiente), a una distancia mayor de 10 km. y menor de 20 km ida y vuelta, en camiones basculantes de hasta 20 t. de peso, cargados con pala cargadora grande, incluso canon de vertedero, sin medidas de protección colectivas. (Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre)			
		Total t .....	1.067,000	36,90	39.372,30
7.2	M3	Clasificación a pie de obra de residuos de construcción o demolición en fracciones según normativa vigente, con medios manuales.			
		Total m3 .....	970,000	8,65	8.390,50
		<b>Total presupuesto parcial nº 7 Gestión de residuos :</b>			<b>47.762,80</b>

Nº	Ud	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
<i>8.1.- Sistemas de protección colectiva</i>					
8.1.1	Ud	Tapa provisional para arquetas de 38x38 cm., huecos de forjado o asimilables, formada mediante tablonos de madera de 20x5 cms. armados mediante clavazón, incluso colocación, (amortizable en dos usos).			
		Total ud .....	10,000	9,14	91,40
8.1.2	Ud	Valla de obra reflectante de 170x25 cm. de poliéster reforzado con fibra de vidrio, con terminación en colores rojo y blanco, patas metálicas, amortizable en 5 usos, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97.			
		Total ud .....	5,000	21,94	109,70
8.1.3	Ud	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor. Medida la unidad instalada. s/ R.D. 486/97.			
		Total ud .....	4,000	44,81	179,24
8.1.4	M.	Barandilla de protección castillete, compuesta por pasamanos formado por tablonos de madera de pino de 20x5 cm., rodapié y travesaño intermedio de 15x5 cm. (amortizable en 3 usos), para protección de castilletes, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97.			

		Total m. ....:	50,000	8,94	447,00
8.1.5	Ud	Placa señalización-información en PVC serigrafiado de 50x30 cm., fijada mecánicamente, amortizable en 3 usos, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97.			
		Total ud .....	10,000	4,38	43,80
8.1.6	M.	Cinta de balizamiento bicolor rojo/blanco de material plástico, incluso colocación y desmontaje.R.D. 485/97.			
		Total m. ....:	100,000	0,94	94,00
<i>Total subcapítulo 8.1.- Sistemas de protección colectiva:</i>					965,14

*8.2.- Instalaciones personales*

8.2.1	Ms	Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para aseo en obra de 1,70x0,90x2,30 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., placa turca, y un lavabo, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, inst. eléctrica monofásica de 220 V. con automático. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.			
		Total ms .....	1,000	186,87	186,87
<i>Total subcapítulo 8.2.- Instalaciones personales:</i>					186,87

*8.3.- Equipos de protección individual*

8.3.1	Ud	Gafas antipolvo antiempañables, panorámicas, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.			
		Total ud .....	10,000	0,43	4,30
8.3.2	Ud	Pantalla de seguridad para soldadura oxiacetilénica, abatible con fijación en cabeza, (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.			
		Total ud .....	10,000	20,29	202,90
8.3.3	Ud	Juego de tapones antiruido de silicona ajustables. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.			
		Total ud .....	10,000	1,02	10,20
8.3.4	Ud	Arnés de seguridad con amarre dorsal fabricado con cincha de nylon de 45 mm. y elementos metálicos de acero inoxidable, homologado CE; s/ R.D. 773/97.			
		Total ud .....	5,000	4,74	23,70
8.3.5	Ud	Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.			
		Total ud .....	5,000	2,33	11,65
8.3.6	Ud	Filtro recambio de mascarilla para polvo y humos, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.			
		Total ud .....	10,000	1,85	18,50
8.3.7	Ud	Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.			
		Total ud .....	5,000	6,17	30,85
8.3.8	Ud	Par de botas altas de agua. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.			
		Total ud .....	5,000	6,18	30,90

8.3.9	Ud	Par de guantes para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.				
			Total ud .....	2,000	1,99	3,98
8.3.10	Ud	Par guantes de goma látex-anticorte. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.				
			Total ud .....	10,000	1,85	18,50
8.3.11	Ud	Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.				
			Total ud .....	10,000	11,33	113,30
8.3.12	Ud	Casco de seguridad con arnés de adaptación, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.				
			Total ud .....	10,000	2,06	20,60
			<i>Total subcapítulo 8.3.- Equipos de protección individual:</i>			<u>489,38</u>
<i>8.4.- Formación</i>						
8.4.1	Ud	Costo mensual de formación de seguridad y salud en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado.				
			Total ud .....	2,000	42,65	85,30
			<i>Total subcapítulo 8.4.- Formación:</i>			<u>85,30</u>
<i>8.5.- Medicina preventiva y primeros auxilios</i>						
8.5.1	Ud	Botiquín de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado.				
			Total ud .....	1,000	84,57	84,57
8.5.2	Ud	Reposición de material de botiquín de urgencia.				
			Total ud .....	2,000	62,98	125,96
			<i>Total subcapítulo 8.5.- Medicina preventiva y primeros auxilios:</i>			<u>210,53</u>
			<b>Total presupuesto parcial nº 8 Seguridad y salud :</b>			<u>1.937,22</u>

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MEDICIÓN</b>	<b>PRECIO</b>	<b>IMPORTE</b>	
9.1	U	Tractor frutero de 70 kW, toma de fuerza trasera y equipamiento de serie.				
			Total u .....	1,000	51.500,00	51.500,00
9.2	U	Tractor de 90 kW, toma de fuerza trasera y equipamiento de serie.				
			Total u .....	1,000	80.000,00	80.000,00
9.3	U	Criba tromel con tambor de cribado de 300 mm y capacidad de 35 m3/h, accionada por motor diesel de 14 kW.				
			Total u .....	1,000	71.850,00	71.850,00
9.4	U	Ensacadora para sacos de 30 kg, con capacidad para hasta 100 sacos/hora, accionada por motor de 1 kW				
			Total u .....	1,000	18.500,00	18.500,00
9.5	U	Tolva ensacadora de big bags, que dispone de tolva de 2.000 L y con capacidad de trabajo puede ser de hasta 50 sacos/hora				

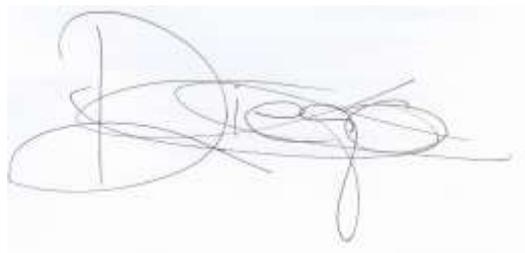
			Total u .....	1,000	15.000,00	15.000,00
9.6	U	Pala hidráulica adaptada para tractor de 95 kW, altura máxima de 4,5 m, carga máxima de 2.500 kg y horquilla paquetes.	Total u .....	1,000	8.500,00	8.500,00
9.7	U	Horquilla mecánica para balas rectangulares, con una anchura de 1,78 m y una altura de 1,35 m.	Total u .....	1,000	10.000,00	10.000,00
9.8	U	Carro mezclador acoplado a la toma de fuerza de tractor, con potencia de 110 CV y capacidad máxima de trabajo de 55 m3/h	Total u .....	1,000	45.000,00	45.000,00
9.9	U	Maquina volteadora de compost acoplada a toma de fuerza del tractor, con una velocidad de trabajo de 500 m/h y una capacidad de trabajo de 2.000 m3/h, incluye instalación.	Total u .....	1,000	55.000,00	55.000,00
Total presupuesto parcial nº 9 Maquinaria :						355.350,00

Nº	Ud	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE	
10.1	M	Cercado de 2,00 m. de altura realizado con malla simple torsión galvanizada en caliente, de trama 50/14 y postes de tubo de acero galvanizado por inmersión de 42 mm. de diámetro, p.p. de postes de esquina, jabalcones, tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada i/replanteo y recibido de postes con hormigón HM-20/P/20/l de central.	Total m .....	1.022,000	22,41	22.903,02
10.2	M	Barrera vegetal perenne de hasta 2 m de altura y anchura de 1 m.	Total m .....	1.022,000	3,24	3.311,28
10.3	U	Puerta cancela metálica de carpintería metálica, de hoja corredera, dimensiones 1000 x 200 cm, para acceso de vehículos, apertura manual.	Total u .....	3,000	5.895,25	17.685,75
10.4	M2	Puerta corredera suspendida, formada por chapa plegada de acero galvanizado de textura acanalada, apertura manual.	Total m2 .....	50,000	200,41	10.020,50
Total presupuesto parcial nº 10 Cerrajería :						53.920,55

#### 4. RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

CONCEPTO	IMPORTE (€)
1. Acondicionamiento del terreno	18.016,53
2. Cimentaciones	335.354,82
3. Estructuras	239.883,25
4. Albañilería	85.989,34
5. Cubiertas	51.835,59
6. Instalaciones	132.670,16
6.1. Eléctricas	31.254,36
6.2. Riego	15.965,75
6.3. Saneamiento	46.756,40
6.4. Iluminación	16.919,04
6.5. Vermicompostaje	19.924,88
6.6. Contra incendios	1.849,73
7. Gestión de residuos	47.762,80
8. Seguridad y salud	1.937,22
9. Maquinaria	355.350,00
10. Cerrajería	53.920,55
<b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>	<b>1.322.720,26</b>
16% gastos generales	211.635,24
6% beneficio industrial	79.363,21
<b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEM + CG + BI)</b>	<b>1.613.718,72</b>
<b>Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEM + CG + BI)</b>	<b>1.952.599,64</b>
Honorarios por redacción del proyecto (2% PEM)	26.454,40
21% IVA	5.555,42
<b>TOTAL</b>	<b>32.009,83</b>
Honorarios dirección de obra (2% PEM)	26.454,40
21% IVA	5.555,42
<b>TOTAL</b>	<b>32.009,83</b>
Estudio de Seguridad y Salud (1% PEM)	13.227,20
IVA (21%)	2.777,71
<b>TOTAL</b>	<b>16.004,91</b>
Coordinación de Seguridad y Salud (1% PEM)	13.227,20
IVA (21%)	2.777,71
<b>TOTAL</b>	<b>16.004,91</b>
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>	<b>2.048.629,13</b>
<b>PRESUPUESTO TOTAL (sin IVA)</b>	<b>1.693.081,93</b>

Palencia, a 14 de Julio de 2020

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Diego Conde Cid', is centered on the page. The signature is fluid and somewhat abstract, with several loops and a long horizontal stroke.

---

Fdo: Diego Conde Cid

Alumno del Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural