



Universidad de Valladolid

**Escuela Universitaria
de Ingenierías Agrarias**

Campus de Soria

GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES

TRABAJO FIN DE GRADO

**TITULO: PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN
LA MATERIA PRIMA EN ALCAÑIZ (TERUEL)**

~~~~~

**AUTOR: PABLO AVELLANAS JAÉN**

**DEPARTAMENTO: INGENIERÍA AGRÍCOLA Y FORESTAL**

**TUTOR/ES: DAPHNE HERMOSILLA REDONDO  
ANTONIO GASCÓ GUERRERO**

**SORIA, JULIO DE 2015**

# ***RESUMEN del TRABAJO FIN DE GRADO***

TÍTULO: PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE LA CALIDAD DE LA MATERIA PRIMA EN ALCAÑIZ (TERUEL)

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA AGRÍCOLA Y FORESTAL

TUTOR(ES): DAPHNE HERMOSILLA REDONDO / ANTONIO GASCÓ GUERRERO

AUTOR: PABLO AVELLANAS JAÉN

## RESUMEN:

El aumento de la biomasa como alternativa a los combustibles fósiles es una realidad. Cada vez más países optan por estos combustibles para la obtención de energía que usan tanto en instituciones públicas, como viviendas o industria. Siendo una energía limpia y sostenible, su mercado está en constante aumento, obteniendo una serie de ventajas tanto medioambientales como económicas.

El presente proyecto desarrolla la instalación de una planta peletizadora con control de calidad en la materia prima. Para llevarlo a cabo se ha diseñado un proceso productivo totalmente innovador en la selección de la maquinaria y en la automatización del proceso. Se transformará materia procedente de tres coníferas, *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* y *Pinus halepensis*, que cumpliendo con la normativa ENplus y con la tecnología del NIR que permite realizar mediciones en línea seleccionando el material permitirá obtener pellet de mejor calidad.

La ubicación de la planta será en el Polígono Industrial "FOMENTA" en la localidad de Alcañiz (Teruel). Esta localización es perfecta para la instalación de la planta por la proximidad de los recursos y la distancia con la costa y la ciudad de Zaragoza.

También aportará ventajas en las comarcas afectadas, Bajo Aragón y Matarraña, ya que en primer lugar no disponen de ninguna otra industria de producción de biomasa y se crearían nuevos puestos de trabajo directos e indirectos.

## **ÍNDICE DE DOCUMENTOS**

DOCUMENTO I: MEMORIA Y ANEJOS DE LA MEMORIA

DOCUMENTO II: PLANOS

DOCUMENTO III: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO IV: MEDICIONES Y PRESUPUESTO

**ÍNDICE DE ANEJOS**

ANEJO 1: DESCRIPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA Y DEL PRODUCTO OBTENIDO

ANEJO 2: ESTUDIO DE MERCADO

ANEJO 3: UBICACIÓN DE LA PLANTA

ANEJO 4: INGENIERÍA DEL PROCESO

ANEJO 5: CONTROL DE CALIDAD

ANEJO 6: ESTUDIO CLIMÁTICO

ANEJO 7: PRODUCCIÓN DE LA PLANTA

ANEJO 8: PROGRAMA PRODUCTIVO

ANEJO 9: DIMENSIONADO DE LA PLANTA Y SUS DIFERENTES PARTES

ANEJO 10: DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

ANEJO 11: INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO Y FONTANERÍA

ANEJO 12: INSTALACIÓN ELÉCTRICA

ANEJO 13: INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

ANEJO 14: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA PLANTA

ANEJO 15: PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA

ANEJO 16: ESTUDIO ECONÓMICO Y FINANCIERO

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ANEJO 1: DESCRIPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA Y DEL PRODUCTO OBTENIDO**

*Tabla 1: Caracteres culturales de cada una de las especies. Fuente: elaboración propia.*

*Tabla 2: Características físicas de las especies. Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 3: Características mecánicas de las especies. Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 4: Características químicas de las especies. Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 5: tipos de madera permitidos para la producción de pellets de madera. Fuente: manual de calidad Enplus.*

*Tabla 6: Valores límites de los parámetros más importantes de pellets de madera. Fuente: norma EN 14961-2.*

**ANEJO 2: ESTUDIO DE MERCADO**

*Tabla 1: Resumen Europeo balance energético 1990-2030. Fuente: BREF Large Combustion plant – 2006.*

*Tabla 2: Precio de pellet doméstico en España del 2014. Fuente: AVEBIOM.*

*Tabla 3: Tabla comparativa de precios de diferentes combustibles a nivel industrial. Fuente: Grupo Nova Energía.*

**ANEJO 3: UBICACIÓN DE LA PLANTA**

*Tabla 1: Recursos disponibles en la comarca del Bajo Aragón. Fuente: propia/Bioraise.*

*Tabla 2: Costes de los recursos. Fuente: propia/Bioraise.*

*Tabla 3: Recursos disponibles en la comarca del Matarraña. Fuente: propia/Bioraise.*

*Tabla 4: Costes de los recursos. Fuente: propia/Bioraise.*

**ANEJO 6: ESTUDIO CLIMÁTICO**

*Tabla 1: datos climatológicos 2014. Fuente: estación meteorológica de “la estancia”.*

*Tabla 2: datos climatológicos 2014. Fuente: estación meteorológica de Valderrobres.*

*Tabla3: Datos de valores climatológicos normales del periodo 1981-2010 en Zaragoza. Fuente: AEMET.*

## **ANEJO 7: PRODUCCIÓN DE LA PLANTA**

*Tabla 1: Recursos disponibles con un radio de 10 km desde Alcañiz. Fuente: BioRaise.*

*Tabla 2: Recursos disponibles con un radio de 10 km desde Alcorisa. Fuente: BioRaise.*

*Tabla 3: Recursos disponibles con un radio de 10 km desde Calanda: Fuente: BioRaise.*

*Tabla 4: Recursos disponibles con un radio de 10 km desde Maella. Fuente: BioRaise.*

*Tabla 5: Recursos disponibles con un radio de 10 km desde Valderrobres. Fuente: BioRaise.*

*Tabla 6: Recursos disponibles con un radio de 10 km desde Mazaleón. Fuente: BioRaise.*

*Tabla 7: Recursos disponibles con un radio de 10 km desde Beceite. Fuente: BioRaise.*

*Tabla 8: Recursos disponibles con un radio de 10 km desde Monroyo. Fuente: BioRaise.*

*Tabla 9: recursos provenientes de la industria en Alcañiz. Fuente: BioRaise.*

*Tabla 10: recursos provenientes de la industria en Alcorisa. Fuente: BioRaise.*

*Tabla 11: Recursos provenientes de industria de los pueblos de Mazaleón, valdeltormo, La Fresneda y Valjunquera. Fuente: BioRaise.*

*Tabla 12: Recursos provenientes de la industria de los pueblos de Valderrobres y Beceite. Fuente: BioRaise.*

*Tabla 13: Precio de la madera. Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 14: Recursos procedentes del monte desglosado. Fuente: propia.*

*Tabla 15: Recursos que se recibirán en planta procedentes del monte. Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 16: producción de pellet. Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 17: Resumen producción anual. Fuente: Elaboración propia.*

## **ANEJO 8: PROGRAMA PRODUCTIVO**

*Tabla 1: Entrada de materia prima a la planta de forma anual. Fuente: propia.*

**ANEJO 9: DIMENSIONADO DE LA PLANTA Y SUS DIFERENTES PARTES**

*Tabla 1: dimensionado de los silos. Fuente: elaboración propia.*

*Tabla 2: dimensionado de la planta y sus dependencias. Fuente: elaboración propia.*

*Tabla 3: Especificaciones técnicas trituradora Linnerman. Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 4: Dimensionado de la mezcladora. Fuente: Catálogo SERGA.*

*Tabla 5: Parámetros técnicos secadero de tambor rotatorio KMEC. Fuente: Catálogo KMEC.*

*Tabla 6: Dimensiones tamizadora VZ. Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 7: Especificaciones técnicas tamizadora VZ. Fuente: Catálogo SEGRA.*

*Tabla 8: Datos técnicos colector de polvo TBLM9. Fuente: Catálogo KMEC.*

*Tabla 9: Características de la caldera de biomasa. Fuente: Catálogo “Pelletsolución”.*

*Tabla 10: Especificaciones técnicas peletizadora PS-XGJ580. Fuente: Catálogo “Pelletsolución”.*

*Tabla 11: Especificaciones técnicas. Fuente: Catálogo “Pelletsolución”.*

*Tabla 12: Información técnica del termosellado. Fuente: Catálogo “Pelletsolución”.*

*Tabla 13: Información técnica de la ensacadora. Fuente: Catálogo “Pelletsolución”.*

*Tabla 14: Información técnica de la paletizadora Serie AC-200. Fuente: Catálogo PREMIER TECH CHRONOS.*

*Tabla 15: Características de la cinta transportadora TKB-06. Fuente: Catálogo +Kepack.*

*Tabla 16: Especificaciones técnicas pala cargadora 262D marca CAT. Fuente: Catálogo CATERPILLER.*

*Tabla 17: Especificaciones técnicas de la carretilla elevadora Mitsubishi FD15NTD. Fuente: Catálogo Mitsubishi.*

*Tabla 18: Dimensiones de los silos. Fuente: Catálogo Symaga.*

*Tabla 19: Especificaciones técnicas del NIR. Fuente: catálogo de IRIS.*

*Tabla 20: Resumen de maquinarias y precios. Fuente: Elaboración propia.*

### **ANEJO 11: INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO Y FONTANERÍA**

*Tabla 1: Caudal total de salida de aguas residuales de la planta. Fuente: Elaboración propia junto Documento HS.*

*Tabla 2: Caudales mínimos. Fuente: normativa básica de instalaciones interiores de suministro de agua.*

*Tabla 3: Necesidades de agua fría de uso general. Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 4: Necesidades agua caliente uso general. Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 5: Caudales finales. Fuente: Elaboración propia.*

### **ANEJO 12: INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

*Tabla 1: Potencia total en el proceso de trituración. Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 2: Potencia total en el proceso de secado. Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 3: Potencia requerida en el proceso de peletizado. Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 4: Potencia requerida en el proceso de enfriado y empaquetado. Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 5: Potencia total requerida. Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 6: Resumen. Fuente: Elaboración propia.*

### **ANEJO 13: INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

*Tabla 1. Grado de peligrosidad. Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Turismo.*

*Tabla 2. Nivel de riesgo intrínseco. Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Turismo.*

*Tabla 3: Clasificación de los materiales según su comportamiento ante el fuego según Norma UNE 23727. Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Turismo.*

*Tabla 4: Estabilidad del fuego de elementos estructurales. Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Turismo.*

*Tabla 5: Longitud recorrido de evacuación según el número de salidas. Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Turismo.*

*Tabla 6: Tipos de agente extintor para cada tipo de fuego. Fuente: Tabla I-1 del RII del Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios.*

*Tabla 7: Determinación de la dotación de extintores portátiles en sectores de incendios con combustible tipo A. Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Turismo.*

*Tabla 8: Determinación de la dotación de extintores de incendios en sectores de incendio con combustible tipo B. Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Turismo.*

*Tabla 9: Determinación de la dotación de bocas de incendios equipadas. Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Turismo.*

#### **ANEJO 14: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA PLANTA**

*Tabla 1: Medidas de prevención integradas. Fuente: Elaboración propia.*

#### **ANEJO 15: PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA**

*Tabla 1: Tiempos de ejecución. Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 2: Diagrama de Gantt. Fuente: Elaboración propia.*

#### **ANEJO 16: ESTUDIO ECONÓMICO Y FINANCIERO**

*Tabla 1: Inversiones del proyecto. Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 2: Cuadro amortización sistema francés 100% financiación .Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 3: Cuadro amortización sistema americano del 100% de la financiación. Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 4: Cuadro amortización sistema francés 50% financiación .Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 5: Cuadro amortización sistema americano del 50% de la financiación. Fuente: Elaboración propia*

*Tabla 6: Precios de los diferentes tipos de venta de pellet. Fuente: AVEBIOM 2014.*

*Tabla 7: Ingresos anuales. Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 8: Costes materia prima. Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 9: Costes material de envasado. Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 10: Salarios por grupos profesionales. Fuente: Convenio para las empresas...publicado en el BOE 203, de 21 de agosto de 2014.*

*Tabla 11: Costes de mano de obra. Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 12: Costes de energía eléctrica. Fuente: elaboración propia.*

*Tabla 13: Total de gastos ordinarios. Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 14: Balance situación inicial con fondos propios. Fuente Elaboración propia.*

*Tabla 15: Balance situación inicial con mitad de fondos propios y mitad financiación externa. Fuente Elaboración propia.*

*Tabla 16: Balance situación inicial con 100% fondos externos. Fuente Elaboración propia.*

*Tabla 17: Cuenta de resultados con financiación propia del 1º año. Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 18: Flujo de caja con fondos propios. Fuente: elaboración propia*

*Tabla 19: Cuenta de resultados con financiación al 50%. Fuente: Elaboración propia*

*Tabla 20: Flujo de caja con fondos al 50%. Fuente: elaboración propia*

*Tabla 21: Cuenta de resultados con financiación del 100% externa. Fuente: Elaboración propia*

*Tabla 22: Flujo de caja con fondos propios. Fuente: elaboración propia.*

*Tabla 23: Resumen criterios y datos de rentabilidad. Fuente: Elaboración propia.*

#### **DOCUMENTO IV: MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

*Tabla 1: Cuadro de precios de mano de obra y maquinaria. Fuente: Elaboración propia con Presto 8.8.*

*Tabla 2: Cuadro de precios de materiales a pie de obra. Fuente: Elaboración propia con Presto 8.8.*

*Tabla 3: Cuadro de precios 1 (precios en letra). Fuente: Elaboración propia con Presto 8.8.*

*Tabla 4: Precios unidades de obra (precios descompuestos). Elaboración propia con Presto 8.8.*

*Tabla 5: Mediciones. Elaboración propia con Presto 8.8.*

*Tabla 6: Presupuestos parciales. Elaboración propia con Presto 8.8.*

*Tabla 7: Resumen de presupuesto: ejecución material. Elaboración propia con Presto 8.8.*

*Tabla 8: Resumen general del presupuesto. Elaboración propia con Presto 8.8.*

**ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS**

**ANEJO 1: DESCRIPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA Y DEL PRODUCTO OBTENIDO**

*Figura 1: sello ENplus para pellets de madera de calidad ENplus-A1. Fuente: manual ENplus.*

*Figura 2: sello ENplus para pellets de madera de calidad ENplus-A2. Fuente: manual ENplus.*

*Figura 3: sello ENplus para pellets de madera de calidad EN-B.*

**ANEJO 2: ESTUDIO DE MERCADO**

*Figura 1: gráfico de producción interior y de autoabastecimiento. Fuente: IDEA.*

*Figura 2: Mapa de distribución de las principales plantas productoras de pellets en España. Fuente: AVEBIUM.*

*Figura 2: Gráfico del gasto acumulado en una industria en 15 años. Fuente: Grupo Nova Energía.*

**ANEJO 4: INGENIERÍA DEL PROCESO**

*Figura 1: Esquema de la zona de producción de la planta. Fuente: Elaboración propia.*

**ANEJO 6: ESTUDIO CLIMÁTICO**

*Figura 1: Mapa de división climática de Aragón. Fuente: Atlas climático de Aragón.*

*Gráfico 1: climograma. Fuente: Elaboración propia.*

*Gráfico 2: climograma. Fuente: Elaboración propia.*

**ANEJO 9: DIMENSIONADO DE LA PLANTA Y SUS DIFERENTES PARTES**

*Figura 1: Esquema de la mezcladora. Fuente: catálogo SEGRA.*

*Figura 2: Esquema tamizadora VZ. Fuente: Catálogo SEGRA.*

*Figura 3: Esquema colector de polvo. Fuente: Catálogo KMEC.*

*Figura 4: Esquema de los silos. Fuente: Catálogo Symaga.*



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE UNA PLANTA PELETIZADORA DE BIOMASA CON  
CONTROL DE CALIDAD EN EL MUNICIPIO DE ALCAÑIZ (TERUEL)

# **DOCUMENTO I: MEMORIA**

**Grado de Ingeniería Forestal: Industrias forestales**

**AUTOR: PABLO AVELLANAS JAEN  
ESCUELA INGENIERÍAS AGRARIAS. SORIA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**JULIO 2015**

## **DOCUMENTO I: MEMORIA DESCRIPTIVA**

### **CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES**

---

### **CAPÍTULO 2. OBJETO DEL PROYECTO**

---

### **CAPÍTULO 3. BASES DEL PROYECTO**

---

- 3.1 JUSTIFICACIÓN
- 3.2 CONDICIONANTES
- 3.3 CRITERIOS DE VALOR
- 3.4 CRITERIOS DE DISEÑO

### **CAPÍTULO 4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DEL PROYECTO**

---

- 4.1 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS
- 4.2 LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA (ampliado)
- 4.3 LOCALIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA
- 4.4 DIMENSIONADO DE LA PRODUCCIÓN

### **CAPÍTULO 5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

---

- 5.1 PRODUCTO
  - 5.1.1 PELLET DE MADERA
  - 5.1.2 MATERIA PRIMA
  - 5.1.3 ESPECIES
  - 5.1.4 RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA
  - 5.1.5 CALIDAD DE LOS PELLETS
  - 5.1.6 NORMATIVA Y CERTIFICACIÓN DE ENplus
- 5.2 INGENIERÍA DEL PROCESO
- 5.3 DIMENSIONADO DE LOS SILOS Y ALMACENES
- 5.4 MAQUINARIA
- 5.5 PROGRAMA PRODUCTIVO

### **CAPÍTULO 6. DESCRIPCIÓN DE LA NAVE, SUS INSTALACIONES Y OBRAS DE REMODELACIÓN**

---

- 6.1 DESCRIPCIÓN DE LA NAVE
- 6.2 OBRAS DE REMODELACIÓN
- 6.3 INSTALACIONES BÁSICAS
- 6.4 ELECTRICIDAD
- 6.5 INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

### **CAPÍTULO 7. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

---

### **CAPÍTULO 8. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA PLANTA**

---

### **CAPÍTULO 9. PLAN Y CALENDARIO DE EJECUCIÓN**

---

- 9.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES**
- 9.2 PREVISIÓN DE TIEMPOS**
- 9.3 DIAGRAMA DE GRANTT**

## **CAPÍTULO 10. PRESUPUESTO**

---

## **CAPÍTULO 11. ESTUDIO ECONÓMICO Y FINANCIERO**

---

- 11.1 INVERSIONES Y FINANCIACIÓN**
- 11.2 INGRESOS Y GASTOS**
- 11.3 BALANCE Y RATIOS SEGÚN LAS DIFERENTES OPCIONES DE FINANCIACIÓN**
- 11.4 CONCLUSIONES**

## **CAPÍTULO 12. NORMATIVA Y BIBLIOGRAFÍA**

---

- 12.1 NORMATIVA UTILIZADA**
- 12.2 BIBLIOGRAFÍA**
- 12.3 OTRAS FUENTES**

## **DOCUMENTO I: MEMORIA DESCRIPTIVA**

### **CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES**

El proyecto tiene la motivación de aprovechar los recursos forestales de la zona, así como introducir a las dos comarcas en el uso de los nuevos biocombustibles tanto para uso doméstico como industrial, enmarcado en el desarrollo sostenible.

### **CAPÍTULO 2. OBJETO DEL PROYECTO**

El objetivo del proyecto es diseñar, proyectar y ejecutar una planta peletizadora con material proveniente de las masas forestales y de los restos procedentes de industria maderera de la zona, siempre que sea viable la rentabilidad económica.

A través de un estudio de dimensionado y localización, se establecerán las diferentes bases técnicas y económicas que sean favorables tanto para la inversión inicial como para el proceso productivo.

Además, el proyecto debe ser válido como documento administrativo ante los organismos competentes para obtener las ayudas de financiación necesarias para la ejecución del mismo, ya sea mediante créditos, hipotecas, ayudas, subvenciones, etc. Así mismo, se utilizara para la ejecución y dirección de obras.

### **CAPÍTULO 3. BASES DEL PROYECTO**

#### **3.1 JUSTIFICACIÓN**

El uso de la biomasa está en auge en España ya que ofrece ventajas sobre el uso de combustibles fósiles. En el resto de la Unión Europea el uso de estos tipos de combustibles es mayor, sobre todo en países nórdicos. Desde la UE se fomenta el uso de este tipo de combustible y ya se regulan mediante Reglamentos.

El uso favorece entre otras cosas:

- Menor dependencia energética externa.
- Afrontar la “Crisis energética” provocada por el petróleo y gas.
- Son energías inagotables y que conservan el medioambiente.
- Es un mercado nuevo con grandes perspectivas y que se consolida rápidamente.

Además de lo expuesto, la implantación de una industria de este proyecto generará desarrollo local al crear nuevos puestos de trabajo, aprovechar los recursos de la zona y establecer un mercado no existente en la zona.

### 3.2 CONDICIONANTES

Se debe de tener en cuenta una serie de condicionantes a la hora de diseñar la planta, siendo los más importantes:

- **Condicionantes internos.**
  - Los recursos disponibles de la zona, en este caso se tiene grandes extensiones de pinar, tanto de *P. sylvestris*, *P. halepensis* y *P. nigra*, que tienen unas características que las hacen aptas para la fabricación de pellets.
  - El transporte es un factor muy importante que se debe tener en cuenta debido a los costes que conlleva el trasladar la materia prima a la planta.
  - Infraestructuras de la zona. Alcañiz es una población muy bien situada y con acceso a la carretera N-232 a 100 km de Zaragoza y 120 km de la costa.
  - Competencia. La zona no dispone de ninguna otra planta de las mismas características, por lo que es pionera. La planta más cercana dedicada a la fabricación de biomasa se encuentra a 100 km.
  
- **Condicionantes externos.**
  - Presencia de industria maderera. En ambas comarcas se encuentran diversas industrias dedicadas a la madera. No es un problema para el abastecimiento ya que la mayoría usan frondosas. Los residuos que generan pueden ser aprovechados por la planta.
  - Mercado. El pellet es un recurso que se revaloriza ya que está aumentando su consumo.
  - Normativa de urbanismo. Se debe cumplir con las normativas vigentes de Alcañiz.
  - Legislación. Se respetará la legislación vigente que afecte a esta industria, tanto a nivel nacional como autonómico.
  - Normativa del producto. Se cumplirán los criterios de la norma Europea EN 14961.

### 3.3 CRITERIOS DE VALOR

Para llevar a cabo la planta se deberá regir por unos criterios de valor:

- El proceso debe ser rentable, es decir, que haya un equilibrio entre las inversiones y beneficios.
- Generar puestos de empleo directos e indirectos.
- Debe ser sostenible y respetuoso con el medioambiente.

- Aparte de la producción continua de pellet con el control de la calidad en la materia prima, se seguirá investigando para una mejora del producto.

### 3.4 CRITERIOS DE DISEÑO

Estos criterios servirán para el diseño de la planta, y son:

- Cuantificación de los recursos.
- Ver las características y cualidades tecnológicas de la materia prima.

## CAPÍTULO 4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DEL PROYECTO.

El diseño del proyecto es el resultado de un estudio con varias alternativas con diferentes opciones y en base al análisis se tomarán las decisiones que más se ajustan a los condicionantes descritos.

### 4.1 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

- **Localización.**

Tras un estudio de ubicación donde se contemplan los recursos y costes, se elige la localidad de Alcañiz, en el Polígono Industrial "FOMENTA", la parcela 27 de la manzana 4. Esta ubicación responde a todas las demandas del proyecto siendo la ubicación perfecta. Se amplía en el punto 4.2.

- **Materia prima.**

En la planta se usaran tres especies de pino que abundan en la zona, en la fabricación del pellet.

Estas especies son *Pinus sylvestris*, *Pinus halepensis* y *Pinus nigra*, que tienen unas características buenas para la producción de pellets. Tienen poderes caloríficos altos con contenido en cenizas bajo y favorecen la fabricación de pellet ya que el contenido en lignina es alto.

En un principio solo se realizaran pellets con estas especies, aunque no se descarta que en un futuro, mediante investigación, se puedan añadir nuevas especies a la composición del pellet siempre y cuando sea para mejorar la calidad.

- **Producción.**

La producción, con 16 horas de funcionamiento de la planta diarias (dos turnos de 8 horas) y cinco días a la semana, se estima en 10.850,065 t/año. Se amplía en el punto 4.4.

- **Comercialización.**

El producto acabado se comercializara de tres maneras diferentes:

- Sacos de 15 kg. Es la manera más cara de comercialización pero también es la más cómoda, ya que viene en envases que hacen fácil el transporte y almacenaje.
- A granel. Es la forma más barata y está destinada a usuarios que dispongan de una zona de almacenaje.
- Big Bag de 1.000 kg. Esta forma es un poco más barata que a granel, ya que el transporte corre a cuenta del usuario. Son sacos de 1.000 kg y está destinado principalmente a pequeñas industrias o usuarios que cuenten con zona donde almacenar los sacos.

- **Proceso productivo.**

Sera de flujo continuo y estará informatizado para poder gestionar desde la sala de control. Además se dispondrá de un NIR justo antes de la peletizadora que realizará mediciones en línea y descartará el material que no cumpla con los criterios de calidad.

Las fases de la producción son: recepción y procesado de la materia prima, triturado de la madera húmeda hasta dejarla en serrín, secado, cribado, peletizado, enfriado, ensacado y almacenado.

- **Tecnología del proceso.**

La planta va a ser innovadora en cuanto a la tecnología utilizada. En primer lugar en vez de utilizar dos astilladoras como el resto de plantas peletizadoras, se opta por una nueva maquinaria capaz de realizar serrín del tamaño apropiado para el pellet, de esta manera se ahorra en inversión, energía, pasos de producción y espacio.

Por otra parte la incorporación de un NIR en la cadena de producción, para realizar medición continua y en tiempo real permitirá producir un pellet garantizado de calidad y minimizar la pérdida de material.

Se incorporan en el proceso productivo continuo una serie de tolvas de almacenamiento para evitar paradas técnicas.

#### 4.2 LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA (ampliado)

Tras mirar diferentes opciones donde se contemplan los recursos disponibles, el coste del transporte y la accesibilidad, se ha escogido la localidad de Alcañiz (Teruel), en el Polígono Industrial "FOMENTA" que pertenece al Ayuntamiento de la localidad. En concreto se trata de la parcela 27 que se encuentra en la manzana 4. Este Polígono se encuentra a tan solo 500 metros del centro de Alcañiz.

Las razones de la elección de esta ubicación para la planta son debidas a:

- Posibilidad de alquiler de la parcela, ahorrando en la inversión que supondría la compra de terreno y construcción de la nave.

- Instalación de sistema de electricidad, saneamiento y fontanería.
- Proximidad de diferentes proveedores de la materia derivada de la Industria maderera.
- Fácil acceso al polígono con zona amplia de carga y descarga.
- Fácil distribución de la producción por todo Aragón, Cataluña y Valencia.

#### 4.3 LOCALIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

La materia prima provendrá de dos vías diferentes, por un lado de masa forestal y por otro de restos de industria maderera.

Con la herramienta virtual BioRase del CIEMAT, se calcula la cantidad de recursos obtenidos por las dos comarcas. Se miden los recursos en circunferencia con un radio de 10 km desde el centro de diversas poblaciones, abarcando de esta manera las dos comarcas.

Tabla 1: Recursos disponibles en la comarca del Bajo Aragón. Fuente: propia/Bioraise

| POBLACIÓN (r=10 km) | RECURSOS PROVENIENTES DEL MONTE t m.s./año (coníferas) | RECURSOS PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA MADERERA t m.s./año (no tratada químicamente) |
|---------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Alcañiz             | 103,85                                                 | 95,70                                                                               |
| Calanda             | 195,20                                                 | -                                                                                   |
| Alcorisa            | 1.665,32                                               | 23,45                                                                               |
| Maella              | 246,07                                                 | -                                                                                   |
| <b>TOTAL</b>        | <b>2230,24</b>                                         | <b>119,15</b>                                                                       |

Tabla 2: Recursos disponibles en la comarca del Matarraña. Fuente: propia/Bioraise

| POBLACIÓN (r=10 km) | RECURSOS PROVENIENTES DEL MONTE t m.s./año (coníferas) | RECURSOS PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA MADERERA t m.s./año (no tratada químicamente) |
|---------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Valderrobres        | 3.926,25                                               | 8,27                                                                                |
| Mazaleón            | 168,92                                                 | 15,18                                                                               |
| Beceite             | 7.078,08                                               | -                                                                                   |
| Monrroyo            | 8.578,41                                               | -                                                                                   |
| <b>TOTAL</b>        | <b>19571,66</b>                                        | <b>23,45</b>                                                                        |

También permite calcular los diferentes costes de recolección y transporte, siendo estos:

Tabla 3: Costes de los recursos Bajo Aragón. Fuente: propia/Bioraise.

| POBLACIÓN (r= 10 km) | COSTES RECURSOS PROVENIENTES DEL MONTE |                            | COSTES RECURSOS PROVENIENTE DE LA INDUSTRIA MADERERA €/ t m.s. |
|----------------------|----------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------|
|                      | COSTE MEDIO RECOLECCIÓN €/ t m.s.      | COSTE TRASNPORTE €/ t m.s. |                                                                |
| Alcañiz              | 43,17                                  | 5,73                       | 4,74                                                           |
| Calanda              | 44,04                                  | 8,36                       | -                                                              |
| Alcorisa             | 49,73                                  | 5,49                       | 22,15                                                          |
| Maella               | 32,09                                  | 7,83                       | -                                                              |

Tabla 4: Costes de los recursos Matarraña. Fuente: propia/Bioraise.

| POBLACIÓN (r= 10 km) | COSTES RECURSOS PROVENIENTES DEL MONTE |                            | COSTES RECURSOS PROVENIENTE DE LA INDUSTRIA MADERERA €/ t m.s. |
|----------------------|----------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------|
|                      | COSTE MEDIO RECOLECCIÓN €/ t m.s.      | COSTE TRASNPORTE €/ t m.s. |                                                                |
| Valderrobres         | 53,77                                  | 6,48                       | 3,95                                                           |
| Mazaleón             | 27,57                                  | 6,71                       | 5,56                                                           |
| Beceite              | 57,52                                  | 6,68                       | -                                                              |
| Monroyo              | 51,53                                  | 6,00                       | -                                                              |

#### 4.4 DIMENSIONADO DE LA PRODUCCIÓN

Una vez establecida la ubicación de la planta, se valora cuantitativamente la producción.

De la materia prima calculada en el punto anterior, hace referencia a las coníferas en global, que aparte de los tres pinos de los que se va a obtener la materia prima, también hay masas pequeñas de *Pinus pinaster*. Mediante los datos del inventario nacional se puede estimar la cantidad de aprovechamiento de cada especie.

Tabla 5: Recursos procedentes del monte desglosado. Fuente: propia

|                         | TOTAL DE APROVECHAMIENTO t m.s. | CLARAS t m.s. | CORTAS t m.s. |          |
|-------------------------|---------------------------------|---------------|---------------|----------|
|                         |                                 |               | FUSTE         | RESIDUOS |
| <i>Pinus sylvestris</i> | 7.046,82                        | 4.932,774     | 1.691,24      | 422,80   |
| <i>Pinus nigra</i>      | 3.346,75                        | 2.175,387     | 1.171,36      | 234,27   |
| <i>Pinus halepensis</i> | 4.910,36                        | 3.928,288     | 982,07        |          |

Por otra parte no toda esta cantidad llegará a planta, ya que hay más industrias en la zona que utilizan estas maderas.

De *Pinus sylvestris* llegará el material proveniente de las claras y de los residuos de las cortas. Los fustes son aprovechados por carpintería y otras industrias.

De *Pinus nigra* llegara el material proveniente de claras y de los residuos de las cortas.  
De *Pinus halepensis* se aprovechará todo el material, aunque de toda la cantidad que se aprovecha a planta llegara un 40%, ya que el resto irá a varias industrias de embalajes.

El total a recibir será:

Tabla 6: Recursos que se recibirán en planta procedentes del monte. Fuente: propia

|                         | CLARAS t m.s.    | RESIDUOS DE CORTAS t m.s. |
|-------------------------|------------------|---------------------------|
| <i>Pinus sylvestris</i> | 4.932,774        | 422,80                    |
| <i>Pinus nigra</i>      | 2.175,387        | 234,27                    |
| <i>Pinus halepensis</i> | 1.571,315        | 392,82                    |
| <b>TOTAL</b>            | <b>8.679,476</b> | <b>1.049,89</b>           |

Por otra parte también se recibirán los residuos que no han sido tratados químicamente que procedan de la industria maderera de la zona, siendo un total de 143,33 t m.s.

La materia prima llegara con una humedad del 50% por lo que las cantidades finales son:

Tabla 7: producción de pellet. Fuente: propia

| MATERIA PRIMA                                 | CANTIDAD<br>DISPONIBLE t m.s. | CANTIDAD<br>DISPONIBLE t al<br>50% h |
|-----------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Tratamientos silvícolas (claras...)           | 8.679,476                     | 13.019,21                            |
| Residuos forestales de cortas                 | 1.049,89                      | 1.574,83                             |
| Residuos procedentes de la industria maderera | 134,33                        | 201,49                               |
| <b>TOTAL</b>                                  | <b>9.863,696</b>              | <b>14.795,53</b>                     |

Una vez calculada la cantidad de materia prima que llega a planta y una vez llevado a cabo el proceso, con los cambios de humedad y lo que se usa en la caldera de combustión, se obtiene que la producción de la planta sea:

Tabla 8: Resumen producción anual. Fuente: Elaboración propia.

|                                      |                   |
|--------------------------------------|-------------------|
| t m.s. disponibles/año               | 9.863,696         |
| t al 50% h disponibles/año           | 14.795,53         |
| t al 12% h disponibles/año           | 11.718,070        |
| t de pellet ENplus-A1 al 10%/año     | 7.030,842         |
| t de pellet ENplus-A2 al 10%/año     | 4.340,026         |
| <b>t totales de producción anual</b> | <b>10.850,065</b> |

## CAPÍTULO 5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 5.1 PRODUCTO

#### 5.1.1 PELLET DE MADERA

Los pellets son un producto de origen natural, catalogados como biomasa sólida. Su fabricación se elabora a partir de serrín natural, sin aditivos, ya que la lignina actúa como aglomerante. Al comprimir a altas presiones el serrín se forma el pellet con una composición muy densa y dura.

En la elaboración se pueden usar materiales procedentes directamente del monte o procedentes de la industria maderera en forma de residuos.

Los pellets tienen una forma cilíndrica con una longitud de 3,5 a 6,5 cm y un diámetro de 1,5 y 2 cm, con una humedad final de 8-10%.

#### 5.1.2 MATERIA PRIMA

En la fabricación de los pellets de origen forestal, se pueden usar multitud de especies, desde coníferas hasta frondosas. Lo que importa es el poder calorífico de las especies y su contenido de cenizas en la combustión.

La materia prima usada en la planta será de *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra subsp. salzmannii* y *Pinus halepensis* que son las más abundantes de la zona Bajo Aragón y Matarraña, y que contienen unas características óptimas para los pellets.

#### 5.1.3 ESPECIES

Como se ha comentado, el uso en planta será de tres especies de pino que abundan las dos comarcas.

- *Pinus halepensis* es una especie de clima xerothermomediterráneo, termomediterráneo y mesomediterráneo.

Tiene una madera clara, tenaz, de grano fino, elástica, dura, de densidad media y muy resinosa. El aprovechamiento de la madera es difícil debido a lo tortuosa y lo nudosa que es y al pequeño tamaño de los pies. Su uso se basa en la realización de cajas de embalaje, tableros aglomerados, pasta de papel y leñas. Es un gran productor de resina o trementina, con lo que se realiza productos útiles para la industria química.

- *Pinus nigra subsp. salzamanni* es una especie de clima mediterráneo de veranos calurosos e inviernos fríos, resistente a sequías y fríos invernales.

Es un árbol que tiene el fuste recto y cilíndrico con lo que permite sacar buenas piezas de madera. Tiene una madera de calidad variable. Muy usada para construcción y sierra, así como para construcción naval. Tiene un gran valor estético, se usa para carpintería de exterior. Susceptible de aprovechamiento resinero.

- *Pinus sylvestris* es una especie de clima micromesotérmico, continental, frío, veranos tibios e inviernos muy fríos.

Es un árbol con el fuste recto, con una madera de calidad y limpia. La albura es blanco-amarillenta y duramen pardo-rojizo, compacta y resistente. Resinosa y fácil de trabajar. Su madera se usa en carpintería de semiexterior, como de armar, así como para construcción auxiliar y de muebles.

Tabla 9: Caracteres culturales de cada una de las especies.

| Especies                                    | Altitud (m) | Tipo de suelos                 | Temperatura (°C) | Precipitación anual mínima (Precipitación estival mínima) |
|---------------------------------------------|-------------|--------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------|
| <i>Pinus halepensis</i><br>(Pino carrasco)  | 0-1000      | Prefiere calizo y arcilloso    | -13°/37°         | >250 mm                                                   |
| <i>Pinus nigra</i><br>(Pino laricio)        | 500-2000    | Calizo                         | -16°/38°         | >400 mm (>100 mm)                                         |
| <i>Pinus sylvestris</i><br>(Pino silvestre) | 1000-2000   | Indiferente, prefiere silíceos | -13°/40°         | >500 mm (>100 mm)                                         |

#### 5.1.4 RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA

La recepción de la materia prima a la planta será de diferentes formas:

- Biomasa que procede de las industrias de primera transformación:

Proviene principalmente de aserraderos. Es el subproducto que se origina que puede ser tanto astillas como serrín. La madera que llegara a la planta vendrá sin corteza, ya que en los aserraderos se realiza un descortezado previo. Este subproducto se comercializa por su alto valor en el mercado.

- Biomasa forestal arbolada:

Se utilizarán también los residuos forestales y la madera en rollo procedente de los tratamientos silvícolas.

- Biomasa de residuos forestales:

Se considera biomasa de residuos forestales a la que procede de los tratamientos silvícolas, sobre todo tras cortas finales.

- Biomasa procedente de tratamientos silvícolas:

Es la madera que procede de claras de los montes.

### 5.1.5 CALIDAD DE LOS PELLETS

Es importante la calidad de los pellets para cumplir con los objetivos de la empresa, por lo que se deberá tener en consideración una serie de factores físicos y químicos para lograr conseguir los niveles de calidad exigidos.

Los pellets que se obtienen estarán en los grupos de calidad marcados por la normativa EN 14961-2, que son la clase ENplus-A1, la clase ENplus-A2 y la clase EN-B. Se opta por hacer pellets de calidad para lograr un máximo rendimiento de las calderas, logrando la máxima durabilidad de la instalación de forma que se rentabilice las inversiones. Las dos primeras clases son las de mayor calidad y son las que se realizarán en la planta.

Características técnicas para evaluar el pellet:

- Forma, tamaño y aspecto: tienen una forma cilíndrica, con una longitud de entre 3,5 y 6,5 cm y un diámetro de 1,5 y 2,5 cm. El aspecto depende de la materia prima usada.
- Densidad: los pellets tienen una densidad mayor que otros combustibles madereros que no son prensados. Se facilita el transporte, manipulación y almacenamiento, y ofrece una mayor durabilidad. La densidad depende de la materia prima usada, una especie con mayor densidad, dará pellets con mayor densidad.
- Contenido de humedad: salen con una humedad final de 8-10%. Gracias al baquelizado, que es una pequeña combustión que se produce en la capa al prensar, y que forma una fina película que impide la entrada de agua, no aumenta la humedad.
- Poder calorífico: depende de la materia prima usada, de la composición química y humedad de la misma. El poder calorífico de los pellets es mayor al de otros combustibles madereros. 1 kg de pellet produce 4600 kcal/kg.
- Contenido en cenizas: depende de la materia prima, normalmente el contenido es bajo. A menos contenido de cenizas se reducen las labores de limpieza y mantenimiento de los equipos.
- Tamaño de finos: interesa una gran superficie específica, de esta manera se necesita menos temperatura para el encendido y se logra una combustión óptima y más limpia.
- Friabilidad: los pellets deben ser resistentes a la friabilidad, su índice FR no debe ser menos de 0,93.
- Precio: depende de los valores de mercado y sus fluctuaciones, pero en proporción es entre un 30-35% más barato que los combustibles fósiles.

### 5.1.6 NORMATIVA Y CERTIFICACIÓN DE ENplus

Como se ha dicho en el punto anterior, los pellets estarán enmarcados en las calidades calidad marcados por la normativa EN 14961-2 “Biocombustibles sólidos – Especificaciones y clases de combustible – Parte 2: Pellets de madera para usos no industriales”. Afecta a los 30 países del CEN y gracias a esto los fabricantes amplían su mercado para toda Europa.

➤ **Certificación.**

Se basa en la norma europea EN14961. El sistema de certificación de la calidad ENplus es una certificación gestionada a nivel europeo por el European Pellet Council (EPC) y cede a cada país los derechos a una asociación nacional, en España, los tiene AVEBIOM, Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa.

➤ **Calidad.**

Se dividen los pellets en tres calidades con diferentes exigencias sobre la materia prima utilizada como en las características de los pellets. Se usaran las dos primeras calidades en la planta, aunque se describan las tres. Corresponden a la norma EN 14961-2. Las clases que se tienen son:

- ENplus-A1.
- ENplus-A2
- EN-B

Tabla 10: tipos de madera permitidos para la producción de pellets de madera. Fuente: manual de calidad Enplus

| ENplus-A1                                                                                                                                      | ENplus-A2                                                                                                                                                                                                                                          | EN-B                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Madera del fuste</li> <li>• Residuos de la industria de la madera no tratados químicamente</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Árboles enteros sin raíces</li> <li>• Madera del fuste</li> <li>• Residuos de tala</li> <li>• Corteza</li> <li>• Residuos y subproductos de la industria de la madera no tratados químicamente</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forestal, plantaciones y otras maderas no usadas ni tratadas</li> <li>• Residuos y subproductos de la industria de la madera no tratados químicamente</li> <li>• Madera reciclada no tratada químicamente</li> </ul> |

Además cada calidad debe de cumplir una serie de características técnicas.

Tabla 11: Valores límites de los parámetros más importantes de pellets de madera. Fuente: norma EN 14961-2

| Parámetro                 | Unidades          | ENplus-A1                     | Enplus-A2               | EN-B                  | Norma de ensayo |
|---------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------|
| Diámetro                  | mm                | 6 ( $\pm 1$ ) y 8 ( $\pm 1$ ) |                         |                       | EN-16127        |
| Longitud                  | mm                | 3,15 $\leq$ L $\leq$ 40       |                         |                       | EN-16127        |
| Humedad                   | p-% (b.h)         | $\leq 10$                     |                         |                       | EN-14774-1      |
| Cenizas                   | p-% (b.s)         | $\leq 0,7$                    | $\leq 1,5$              | $\leq 3,0$            | EN-147755       |
| Durabilidad mecánica      | p-% (b.h)         | $\geq 95,5$                   |                         | $\geq 96,5$           | EN-15210-1      |
| Finos (< 3,15 mm)         | p-% (b.h)         | < 1                           |                         |                       | EN-15210-1      |
| Poder Calorífico aparente | MJ/kg             | 16,5 $\leq$ Q $\leq$ 19       | 16,3 $\leq$ Q $\leq$ 19 | 16 $\leq$ Q $\leq$ 19 | EN-14918        |
| Densidad aparente         | kg/m <sup>3</sup> | $\geq 600$                    |                         |                       | EN-15103        |
| Nitrógeno                 | p-% (b.s)         | $\leq 0,3$                    | $\leq 0,5$              | $\leq 1,0$            | EN-15104        |
| Azufre                    | p-% (b.s)         | $\leq 0,03$                   |                         | $\leq 0,04$           | EN-15289        |
| Cloro                     | p-% (b.s)         | $\leq 0,002$                  |                         | $\leq 0,03$           | EN-15289        |
| Arsénico                  | mg/kg (b.s)       | $\leq 1$                      |                         |                       | EN-15297        |
| Cadmio                    | mg/kg (b.s)       | $\leq 0,5$                    |                         |                       | EN-15297        |
| Cromo                     | mg/kg (b.s)       | $\leq 10$                     |                         |                       | EN-15297        |
| Cobre                     | mg/kg (b.s)       | $\leq 10$                     |                         |                       | EN-15297        |
| Plomo                     | mg/kg (b.s)       | $\leq 10$                     |                         |                       | EN-15297        |
| Mercurio                  | mg/kg (b.s)       | $\leq 0,1$                    |                         |                       | EN-15297        |
| Níquel                    | mg/kg (b.s)       | $\leq 10$                     |                         |                       | EN-15297        |
| Cinc                      | mg/kg (b.s)       | $\leq 100$                    |                         |                       | EN-15297        |
| Fusibilidad cenizas       | °Cº               | $\geq 1200$                   | $\geq 1100$             |                       | EN-15370        |

En la planta se utilizarán las dos primeras calidades, ENplus-A1 y ENplus-A2, para ello deberán tener un logo distintivo en los envases.

Figura 1: sello ENplus para pellets de madera de calidad ENplus-A1. Fuente: manual ENplus



Figura 2: sello ENplus para pellets de madera de calidad ENplus-A2. Fuente: manual ENplus



➤ **Ventajas de la certificación**

- Al consumidor:
  1. Confianza en el producto: se le garantiza al consumidor que alguien independiente (auditor) ha certificado que el producto producido cumple unos requisitos de calidad y sostenibilidad que redundarán directamente en el rendimiento de la caldera.
  2. Reducción de las emisiones contaminantes: como se estandarizan las características de los pellets, se puede configurar de una forma más efectiva las calderas y de esta manera la emisión será menor.
  3. Mercado transparente: al estar estandarizados los pellets no se requiere de una formación para saber si son de calidad o no, facilitando la compra.
- A las empresas:
  1. Facilidad de fabricar calderas adaptadas ya que se unifican las características y se garantizan que se mantienen en el tiempo, de esta manera se facilita y abarata el coste de las calderas.
  2. Aumento de la utilización de biomasa. Al generar confianza se fomenta el uso de estos combustibles que sustituyen a los combustibles fósiles.
  3. Visibilidad. Al tener el sello de certificación, aumenta la publicidad y las ventas.

➤ **Ventajas del uso de pellet ante otros combustibles**

Las principales ventajas que supone el uso de este combustible ante el uso de combustibles fósiles:

1. Es una energía inagotable y que conserva el medioambiente. El uso de calderas o estufas apenas contamina.
2. Es una energía renovable que disminuye la dependencia del uso de combustible fósiles.

3. Es autóctona, con lo cual se evita la dependencia energética del exterior.
4. No son volátiles, ni presentan ningún riesgo para la salud en caso de vertido.
  
5. Se fomenta la limpieza de bosque, disminuyendo el riesgo de incendios. También se utiliza los residuos de industria maderera sin aditivos químicos.

## 5.2 INGENIERIA DEL PROCESO

El proceso básicamente consiste en una gran prensa en este caso será cilíndrica donde se introducen los restos forestales acondicionados (transformados en serrín y secados) que pasan por una matriz granulada y que al salir por los orificios mediante un sistema de cuchillas cortan según la longitud deseada (35-55 mm).

### ➤ **Recepción y procesado de la materia prima.**

La materia prima se clasificará según su procedencia, si es residuo industrial o procede de masa forestal. Una vez clasificada se procede a su almacenamiento en el interior de la planta, en el almacén de materias primas, con el fin de evitar que se vea afectada por agentes externos. La materia prima llegará con una humedad media del 50%.

### ➤ **Triturado de materia prima.**

El primer paso del proceso productivo es la trituración de materia prima en húmedo y transformada en serrín con una humedad del 40%.

La trituradora es capaz de procesar 25 m<sup>3</sup> de madera a la hora con una potencia de 100HP.

El producto final es un serrín, que tiene un alto grado de compactación y con apenas producción de finos. Los restos que se desechan de la criba se volverán a pasar por la trituradora o serán utilizados en la generación de calor en el secadero.

Una vez conseguido el serrín, mediante una pala cargadora se introducirán en una tolva de descarga.

### ➤ **Mezclado.**

El serrín será introducido en una mezcladora para homogeneizar sus propiedades y de esta manera que sea más eficaz el producto final.

### ➤ **Secado.**

Esta etapa es importante y su función consiste en disminuir la humedad del 40% con la que llega el serrín, hasta un 12%.

Se realizará con un secador de tambor rotatorio, que está constituido por un cilindro con una inclinación de 3-5° donde la materia prima se coloca en el interior por la parte alta del cilindro y mediante un rastrillo que se encuentra en el interior que va dando vueltas y distribuye de forma uniforme el serrín, de esta manera se pone en contacto total la materia prima con la contracorriente de aire caliente. La temperatura del aire oscila entre 250-350 °.

➤ **Cribado.**

El cribado se realizara mediante tamices colocados después del secadero y después de la peletizadora. Con ello se lograra conseguir el tamaño del material deseado y evitar las imperfecciones. El material que no lograra pasar la criba podrá ser reintroducido en la trituradora o ser utilizado como combustible para la caldera del secadero.

➤ **Peletizado.**

El peletizado es un proceso de prensado que realiza una compresión sobre el serrín de forma continua, provocando una reducción del volumen de 3 a 5 veces. Este proceso se lleva a cabo con la maquina peletizadora.

Mediante unos rodillos se ejerce presión sobre el serrín, obligándolo a atravesar unos orificios de la matriz a la vez que se comprimen los pellets. A la salida de la matriz, hay un sistema de cuchillas que cortan los cilindros a la medida de longitud deseada.

➤ **Proceso de enfriado.**

El objetivo es disminuir la temperatura de los pellets y de esta manera endurecer la lignina y evitar que aparezcan fisuras. También se logra evitar la aparición de hongos que dejarían al pellet inservible.

Se usara un enfriador vertical en base al principio de contra-flujo, los pellets son introducidos en dirección opuesta al flujo de aire que es introducido desde el fondo del equipo. Los pellets se encuentran con una corriente de aire ascendiente que arrastran las partículas de humedad y calor fuera del equipo, dejando los pellets en las condiciones óptimas para el almacenamiento.

➤ **Ensacado.**

El ensacado se realizara para los pellets destinados en el formato de comercialización de sacos de 15 kg. Se usara una ensacadora con control de pesaje ya incorporado, de esta manera se calibrara para que dispense 15 Kg por saco. El almacenaje en sacos permite poder guardar el producto sin que sufra alteraciones por agentes externos.

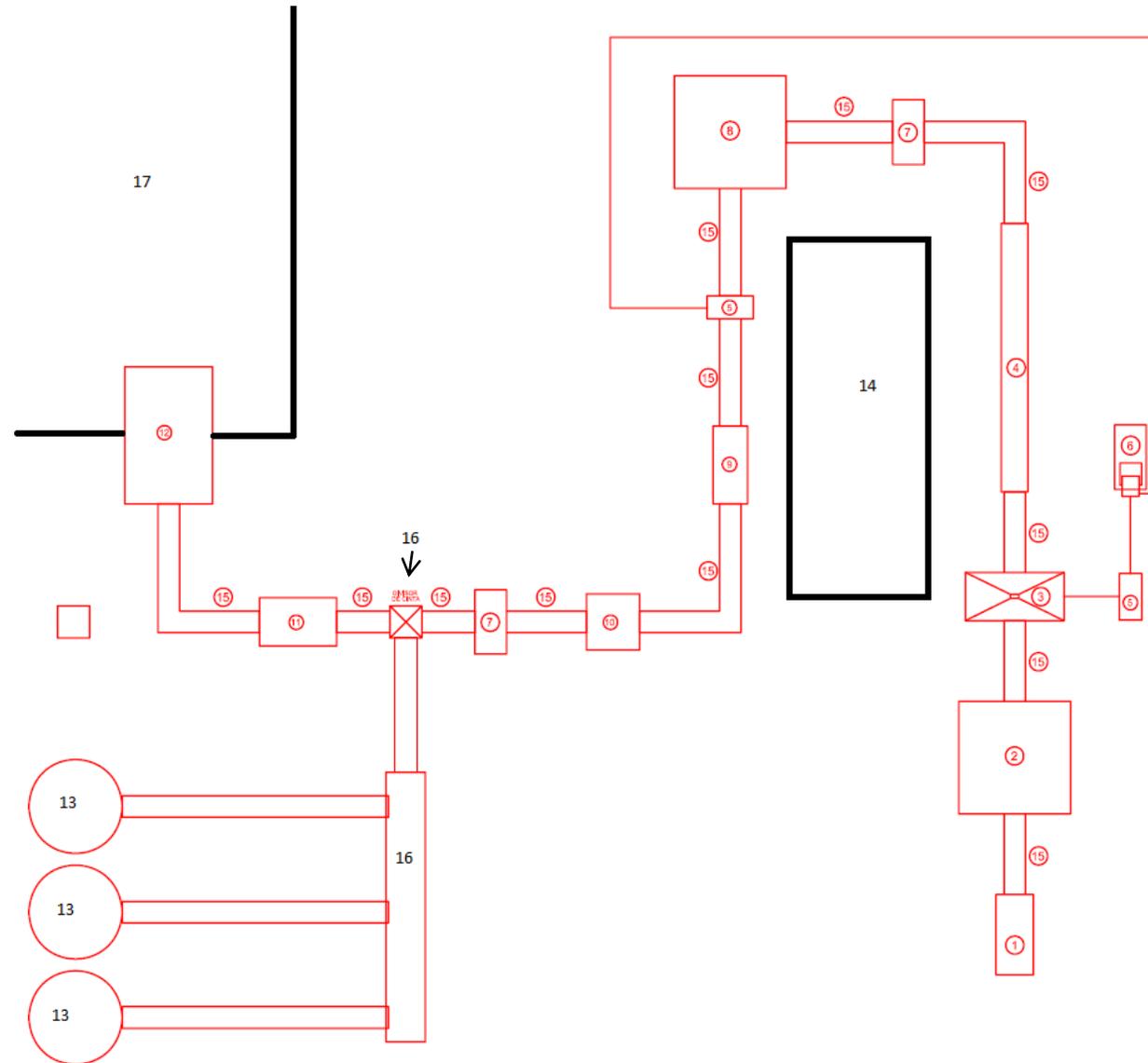
➤ **Almacenado.**

Se dispondrá de una zona de almacenaje de los pallets con los sacos de 15 kg. Los pallets se distribuirán con una carretilla elevadora en filas, de esta manera se facilita el paso de la carretilla y de los pallets. Al estar a cubierto se evita exponer a agentes externos, manteniendo la humedad y la temperatura.

Los pellets que se comercializan a granel o Big Bag se almacenaran en silos colocados en el exterior de la nave, estos serán de acero y estarán bien sellados para evitar el ataque de agentes externos y se conserven sin perder propiedades.

Figura 3: Esquema de la zona de producción de la planta. Fuente: Elaboración propia

- 1º Trituradora.
- 2º Tolva de descarga.
- 3º Mezcladora.
- 4º Secadero.
- 5º Colector de polvo.
- 6º Caldera de biomasa.
- 7º Tamizadora.
- 8º Tolva de descarga.
- 9º peletizadora.
- 10º Enfriador.
- 11º Ensacadora.
- 12º Paletizadora.
- 13º Silos.
- 14º Sala de control.
- 15º Cinta transportadora.
- 16º Distribuidor de material.
- 17º Almacén de productor Finalizado.



### 5.3 DIMENSIONADO DE LOS SILOS Y ALMACENES.

La función de los silos y almacenes de la materia prima es que no se vea comprometida la producción durante el funcionamiento de la planta, que en caso de que haya cualquier fallo, se pueda seguir alimentando una u otra máquina y sacar la producción adelante.

Se considera una densidad media de 480 kg/m<sup>3</sup> para los cálculos de diseño.

Para la tolva de serrín húmedo se necesita una capacidad de 32,42 t o volumen de 67,54 m<sup>3</sup>.

Para la tolva de serrín seco se necesita una capacidad de 23,15 t o volumen de 48,24 m<sup>3</sup>.

Para los silos de material acabado, para granel o Big Bag, se precisa para los pellets de calidad ENplus-A1 una capacidad de 68,08 t o volumen de 90 m<sup>3</sup>, para los pellets de calidad de ENplus-A2 se necesita una capacidad de 30,64 t o un volumen de 60 m<sup>3</sup>.

El almacén de producto finalizado (palés) tendrá una superficie de 240 m<sup>2</sup> (15x16), siendo el mínimo necesario 234 m<sup>2</sup>.

El almacén de materia prima tendrá una superficie de 75 m<sup>2</sup> (15x5 m).

Los almacenes se han considerado una altura de 4 m, aunque se puede utilizar un metro más en caso de necesidad, ya que la nave tiene 8 metros de altura y 6 metros de altura hasta las luces.

Tabla 12: Silos, almacenes y tolvas de la planta y medidas mínimas. Elaboración propia.

| ALMACÉN/SILO/TOLVA       | CAPACIDAD            |
|--------------------------|----------------------|
| TOLVA DE SERRÍN HUMEDO   | 67,54 m <sup>3</sup> |
| TOLVA DE SERRÍN SECO     | 48,28 m <sup>3</sup> |
| SILO ENplu-A1            | 90 m <sup>3</sup>    |
| SILO ENplus-A2           | 60 m <sup>3</sup>    |
| ALMACEN PRODUCTO ACABADO | 250 m <sup>2</sup>   |
| ALMACEN MATERIA PRIMA    | 75 m <sup>2</sup>    |

### 5.4 MAQUINARIA

El proceso productivo está dividido por varias fases. A continuación se expone una tabla con las diferentes etapas y su correspondiente maquinaria de forma genérica, sin entrar en marcas.

Tabla 13: Las diferentes fases y su maquinaria. Fuente: Elaboración propia.

| MÁQUINA                                  | POTENCIA  |
|------------------------------------------|-----------|
| <b>SISTEMA DE TRITURADO</b>              |           |
| Trituradora                              | 98.000 W  |
| Cintas transportadoras 1,2 y 3           | 1.500 W   |
| Tolvas de descarga 1                     | 4.000 W   |
| Mezclador                                | 30.000 W  |
| <b>SISTEMA DE SECADO</b>                 |           |
| Secadero                                 | 7.500 W   |
| Cintas transportadoras 4 y 5             | 1.500 W   |
| Caldera de biomasa                       | 18.000 W  |
| Tamizador 1                              | 1.100 W   |
| Tolvas de descarga 1                     | 4.000 W   |
| <b>SISTEMA PELETIZADO</b>                |           |
| Cinta transportadora 6                   | 1.500 W   |
| Colector de polvo                        | 2.200 W   |
| Peletizadora                             | 160.000 W |
| Elevador de Cangilones                   | 1.500 W   |
| <b>SISTEMA DE ENFRIADO Y EMPAQUETADO</b> |           |
| Cintas transportadoras 7,8 y 9           | 1.500 W   |
| Tamizador 2                              | 1.100 W   |
| Enfriador                                | 11.000 W  |
| Distribuidor de material 1 y 2           | 1.500 W   |
| Cintas transportadoras 7,8 y 9           | 1.500 W   |
| Ensacadora                               | 1.250 W   |
| Paletizadora                             | 4.000 W   |

## 5.5 PROGRAMA PRODUCTIVO

El suministro de la materia prima se realizará de forma continua durante todo el año exceptuando el mes de agosto en el que se paran las labores de trabajo en el monte y que la demanda del biocombustible es menor en esta época del año.

Se ha de optimizar la producción para que esta sea continua a lo largo de todo el año. Para ello la planta funcionara 16 horas diarias ininterrumpidas, de esta manera se evitaran parones de la maquinaria.

Durante el mes de agosto se procederá, coincidiendo con la parada técnica de la planta, para realizar las operaciones de limpieza y mantenimiento de la maquinaria de la planta.

Se considera que de la semana, se trabajaran 5 días, manteniendo el fin de semana como descanso. De esta manera quedan 239 días laborables, que equivalen a 3824 horas de trabajo al año.

Sabiendo las horas de producción anual se obtiene la producción a la hora y al día.

- La producción media por hora:

$$\frac{10.850,065 \text{ t/año}}{3.824 \text{ h/año}} = 2,837 \text{ toneladas de pellet por hora.}$$

- La producción media por día:

$$\frac{10.850,065 \text{ t/año}}{239 \text{ días/año}} = 45,39 \text{ toneladas de pellet al día}$$

El trabajo de la planta se distribuirá en dos turnos diarios de 8 horas, en cada uno será necesario tres operarios que trabajen en la cadena de producción del pellet, haciendo que todo vaya correcto. A continuación se describen los diferentes puestos y funciones.

- Operario encargado de utilizar la pala cargadora que transporte del almacén a la cadena de producción la materia prima. Se requieren dos trabajadores para cubrir los dos turnos de 8 horas.
- Control de la cadena de producción, para esto se necesita a un trabajador por cada turno, cuya función será la de controlar cada una de las máquinas para que realicen su función de forma correcta, evitar problemas y en el caso que aparezca alguno que sea capaz de solventarlo de la forma más breve para no retrasar o paralizar la producción. Lo realizara desde la sala de control.
- Para la labor de ensacado y paletizado se precisa de dos operarios, uno por turno, cuya labor será la del uso de la carretilla para la organización de los sacos de pellets sobre los palés, y la organización de estos para facilitar la carga en los camiones. También deberá comprobar el llenado de los silos, que no se atasquen y la capacidad.
- Gerente/ingeniero, que se encargara de la planificación de la producción, de la contabilidad, hacer que se cumplan las normas dentro de la planta, así como el control de la calidad del producto mediante las mediciones con el NIR y diversas pruebas de quemado en laboratorio. También se encargara de la compra de los residuos de la industria como de ir a las subastas de la zona. Solo será necesario en un turno.
- Para las labores de control de salida del producto y entrada de la materia prima, así como lleva al día los contratos, la contabilidad se contara con un administrativo que realizara un turno de 8 horas al día.
- Por ultimo habrá un encargado de dar a conocer y vender el producto, de captar clientes, ser el representante de la empresa en las diferentes ferias que se realicen. Esta persona será el comercial y llevara un turno de 8 horas diarias.

Los únicos puestos que se han de cubrir obligatoriamente los dos turnos para el buen funcionamiento de la planta son los encargados de alimentar las maquinas con el producto y ensacar y paletizar, y controlar la cadena de producción, de esta manera se logra que la producción sea continua durante las 16 horas diarias.

## CAPITULO 6. DESCRIPCIÓN DE LA NAVE, SUS INSTALACIONES Y OBRAS DE REMODELACIÓN

### 6.1 DESCRIPCIÓN DE LA NAVE

La parcela alquilada para la ejecución del proyecto, contiene una nave industrial de 40x50 m, es decir, tiene una superficie de 1.200 m<sup>2</sup>.

La nave tiene construido en su interior dos aseos y un cuarto que será usado como despacho, también dispone de instalación eléctrica completa, de aguas, acceso a gas y acceso de teléfono.

Uno de los requisitos del Ayuntamiento en el alquiler de estas naves es que no se puede construir con materiales que no sean de fácil desmontaje.

A continuación se describe como está construida la nave comprobando así que cumple las características necesarias para la planta, estos datos han sido facilitados por el técnico del Ayuntamiento:

#### ➤ **Estructura.**

La nave está fabricada con hormigón y metal. En su construcción se usó hormigón HA-25 para la estructura, mientras que para los pilares son de sección circular de hormigón HA-25 con armadura de acero B 500 S con diámetro de 40 cm, pilares de sección circular de acero laminado S275.

Las vigas que usaron para su construcción tienen una sección de doble T hechas de acero laminado S275.

#### ➤ **Cerramiento.**

El cerramiento de la nave está formado por paneles de hormigón armado en forma de panel de molde macizo de 27 cm de espesor, 12,50 m de anchura y 2,50 m de longitud, dispone de 4 cm de porex capa aislante, Los materiales que forman los paneles son hormigón HP35/B/20, acero pasivo B500S y mallazos B500T.

Tienen otras características como, resistencia al fuego EI 240, aislamiento acústico 59,90 Db. El sistema de apoyo de los paneles se realiza por machihembrado.

#### ➤ **Tabiques.**

Los tabiques que forman los habitáculos que hay en el interior de la nave han sido construidos con material aislante al fuego y acústico.

Los tabiques están formados por lana de vidrio que confiere aislante térmico e ignífugo recubierto con doble capa de yeso a cada lado. El grosor total de cada tabique es de 9,8 cm.

Con estos tabiques se forman los dos aseos y la sala que se usara como sala de reuniones.

➤ **Pavimento.**

Se divide en dos partes, por una el suelo con fin industrial, este está formado por una solera hormigón H-250 reforzado con fibra de acero conforme a la UNE 83.500, ASTM A820.

Esta solera confiere resistencia cortante a compresión y tracción, resistencia eléctrica y térmica, al impacto y permeabilidad.

El pavimento que recubre la solera se realizó mediante un mortero cementoso autonivelante, antideslizantes, antisonoros, resistente a la abrasión y desgaste.

En las dependencias de aseos y sala de reuniones, el pavimento es mediante baldosas de gres de 20x30 cm.

➤ **Cubierta.**

La cubierta está hecha de tipo doble o sándwich, es decir, tiene dos placas metálicas y en el interior va un aislante de fibra de vidrio. Con este tipo de cubierta se controla mejor la temperatura interna y confiere aislante acústico.

Las chapas tienen un acabado galvanizado según la norma UNE 36131 – EN 10142, Z-275.

Las chapas van colocadas sobre correas de tipo Z.

➤ **Carpintería, cerrajería y cristalería.**

La nave dispone de 3 entradas. La principal es basculante, y las otras dos son de incendios. Se dispone de ventanas de hoja corredera a lo largo de la nave, y en la oficina ventana pequeña.

➤ **Pintura.**

La estructura está pintada con esmalte ignífugo PRF de Acabado-M1. El resto de la nave, excepto los habitáculos interiores, están limpiados con salitre y polvo y pintados con pintura a la cal con dos manos en parámetros tanto verticales como horizontales.

Todas las naves del polígono están pintadas de la misma manera y con color blanco y estructura color azul. No se permite el pintar de otro color.

## 6.2 OBRAS DE REMODELACIÓN

Ante la norma la puesta por el Ayuntamiento se opta por realizar las remodelaciones con PLADUR. Que es un material fácilmente desmontable en caso de cesar el alquiler.

➤ **Oficina.**

Se construye otra sala idéntica a la que viene ya construida por defecto en la nave. Se construirá colindante a la otra, de esta manera se tendrán dos oficinas para poder llevar las labores de administración y poder reunirse.

Para construir esta habitación se utilizan para el cerramiento placas de PLADUR CH 135/600, estas placas están constituidas por una doble capa. Está clasificada como A1 (incombustible)

cumpliendo la normativa EN 15283-1: GM-FI. Y otra capa que utiliza lana mineral como aislante junto a un sellador acústico, que confiere el aislante acústico necesario.

Para el techo se utiliza pladur FON que está formado por diferentes tipos de perforaciones y velos de lana mineral en el dorso que confiere aislamiento acústico.

El acabado se realizara con pintura blanca.

➤ **Laboratorio.**

Esta estancia se construirá colindante a las oficinas, su labor será la de realizar los diferentes ensayos con los pellets para comprobar que se cumplen los criterios de calidad.

El laboratorio tiene una superficie de 50 m<sup>2</sup> con unas dimensiones de 5x10.

Se realizara con los mismos materiales que la oficina, ya que aportaran en su conjunto el aislante térmico, acústico necesario y protección contra incendios ya que es incombustible.

El acabado será con azulejos blancos lisos de 25x25, para hacer más fácil la limpieza.

➤ **Cuarto de herramientas/limpieza.**

La función de este cuarto es la de guardar las herramientas de mano así como los productos de limpieza.

➤ **Almacenes.**

Los almacenes no estarán cerrados, para permitir el paso de la pala cargadora y de la carretilla elevadora.

Para delimitar las zonas se pintara el suelo con pintura amarilla haciendo una doble línea discontinua.

### 6.3 INSTALACIONES BÁSICAS

➤ **Fontanería y saneamiento.**

La nave cuenta con toda la red de saneamiento y fontanería ya instalada, tanto para evacuar las aguas de origen pluvial, como las procedentes de consumo humano y actividad industrial como para suministrar agua desde los puntos de abastecimiento. Todas las naves del polígono están unidas a la red de alcantarillado de Alcañiz y disponen de diversos puntos de abastecimiento de agua.

La nave dispone de 4 tomas de agua distribuidas en el interior. Una de ellas coincide donde ira colocado el laboratorio y será utilizada para la instalación de dos grifos. El resto de las tomas de agua no se usaran, ya que el proceso de producción de pellets no necesita agua.

La nave recibe un caudal de 10 L/s con una presión de 3,92 Bar. Siendo las necesidades de agua:

- Agua fría

Tabla 14: Necesidades de agua fría de uso general. Fuente: Elaboración propia.

| ELEMENTO | NÚMERO | CAUDAL (L/s) | CAUDAL TOTAL (L/s) |
|----------|--------|--------------|--------------------|
| LAVABO   | 4      | 0,1          | 0,4                |
| DUCHA    | 2      | 0,15         | 0,3                |
| INODORO  | 2      | 0,2          | 0,4                |
| TOTAL    | 1,1    |              |                    |

A parte se debe tener en cuenta el resto de tomas de agua (3 sin usar dentro de la nave y una externa) cuyo caudal es de 0,6 L/s de cada una, da un total de 2,4 L/s. Es decir el total de necesidad de agua fría para la planta es de 3,5 L/s.

- Agua caliente

Solo se usara en las duchas y lavabos.

Tabla 15: Necesidades agua caliente uso general. Fuente: Elaboración propia.

| ELEMENTO | NÚMERO | CAUDAL (L/s) | CAUDAL TOTAL (L/s) |
|----------|--------|--------------|--------------------|
| LAVABO   | 4      | 0,1          | 0,4                |
| DUCHA    | 2      | 0,15         | 0,3                |
| TOTAL    | 0,7    |              |                    |

Con el caudal recibido se cubre las necesidades.

#### 6.4 ELECTRICIDAD

La instalación eléctrica ya está realizada en la nave, se debe comprobar que la maquinaria se ajusta a la potencia disponible.

La iluminación de la nave está constituida por lámparas LED de 292 W, y la oficina y aseos por tubos LED de 36 W.

Tabla 16: Potencia, intensidad y tipo de sección de cable necesarios. Fuente: Elaboración propia

| MÁQUINA                                               | POTENCIA | INTENSIDAD TOTAL | SECCIÓN (mm <sup>2</sup> ) | INTENSIDAD ADMISIBLE |
|-------------------------------------------------------|----------|------------------|----------------------------|----------------------|
| <b>ZONA DE OFICINAS, ASEOS, LABORATORIO Y ALMACÉN</b> |          |                  |                            |                      |
| Luz LED                                               | 849,6 W  | 3,88 A           | 1,5 x 2                    | 8 A                  |
| <b>TOMAS DE CORRIENTE DE 25 A</b>                     |          |                  |                            |                      |
| Tomas                                                 | 3.125 W  | 9,8 A            | 2 x 2,5                    | 16 A                 |
| <b>SISTEMA DE TRITURADO</b>                           |          |                  |                            |                      |
| Trituradora                                           | 98.000 W | 232,63 A         | 4 x 150                    | 236 A                |
| Cintas transportadoras 1,2 y 3                        | 1.500 W  | 10,65 A          | 2 x 2,5                    | 16 A                 |
| Tolvas de descarga 1                                  | 4.000 W  | 18,9 A           | 2 x 2,5                    | 16 A                 |

|                                          |           |          |         |        |
|------------------------------------------|-----------|----------|---------|--------|
| Mezclador                                | 30.000 W  | 71,21 A  | 2 x 35  | 77 A   |
| <b>SISTEMA DE SECADO</b>                 |           |          |         |        |
| Secadero                                 | 7.500 W   | 17,80 A  | 4 x 2,5 | 18,5 A |
| Cintas transportadoras 4 y 5             | 1.500 W   | 7,1 A    | 1 x 1,5 | 11 A   |
| Caldera de biomasa                       | 18.000 W  | 42,7 A   | 4 x 10  | 44 A   |
| Tamizador 1                              | 1.100 W   | 18,9 A   | 1 x 1,5 | 11 A   |
| Tolvas de descarga 1                     | 4.000 W   | 18,9 A   | 2 x 2,5 | 16 A   |
| <b>SISTEMA PELETIZADO</b>                |           |          |         |        |
| Cinta transportadora 6                   | 1.500 W   | 3,56 A   | 1 x 1,5 | 11 A   |
| Colector de polvo                        | 2.200 W   | 5,22 A   | 1 x 1,5 | 11 A   |
| Peletizadora                             | 160.000 W | 379.83 A | 8 x 185 | 386    |
| Elevador de Cangilones                   | 1.500 W   | 3.6 A    | 1 x 1,5 | 11     |
| <b>SISTEMA DE ENFRIADO Y EMPAQUETADO</b> |           |          |         |        |
| Cintas transportadoras 7,8 y 9           | 1.500 W   | 10,65 A  | 2 x 2,5 | 16 A   |
| Tamizador 2                              | 1.100 W   | 18,9 A   | 1 x 1,5 | 11 A   |
| Enfriador                                | 11.000 W  | 26,11 A  | 5 x 4   | 27 A   |
| Distribuidor de material 1 y 2           | 1.500 W   | 7,1 A    | 1 x 1,5 | 11 A   |
| Ensacadora                               | 1.250 W   | 2,96 A   | 1 x 1,5 | 11 A   |
| Paletizadora                             | 4.000 W   | 9,48 A   | 1 x 1,5 | 11 A   |

## 6.5 INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

La protección contra incendios se divide en:

- Dos salidas de emergencia, además de la puerta principal.
- Elementos constructivos catalogados por encima del exigido (M2) según la UNE 23727.
- Instalación de 8 extintores repartidos en sala de producción, almacenes, oficinas y laboratorios de tipo polvo ABC (polivalente) 21ª, 113B.
- Se dispone de tres bocas de incendio tipo DN 45 mm que coinciden con los almacenes y sala de producción.
- Alumbrado de emergencia que marca las salidas de emergencia.

## **CAPÍTULO 7. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

Según la ley 21/2013, de 11 de diciembre, de Evaluación Ambiental, las industrias de producción de pellets están exentas de llevar a cabo el Estudio de Impacto Ambiental.

## **CAPÍTULO 8. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA PLANTA**

En este caso no es necesaria la realización del estudio, pero aun así se marcaran las medidas que se deben de tomar a la hora de realizar el montaje de PLADUR, según marca el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, de Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de construcción. El técnico competente deberá abordar un estudio completo de Seguridad y Salud. En el Anejo 14 se marcará el Estudio Básico de Seguridad y Salud que marcará las pautas básicas a seguir.

También se realiza un estudio de riesgos laborales en los trabajos en planta, y se tomarán las medidas adecuadas, tanto integradas, no integradas, en el entorno y sobre los operarios.

## **CAPÍTULO 9. PLAN Y CALENDARIO DE EJECUCIÓN**

Se divide la ejecución del proyecto en los diferentes capítulos por orden cronológico. Se marcarán los tiempos de cada una de las diferentes actividades a realizar.

### **9.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES**

#### **➤ Estructura de los perfiles de los tabiques de PLADUR.**

Colocación de los perfiles de chapa galvanizada realizando el perfil para su posterior colocación de las placas de pladur.

#### **➤ Planchas de pladur de tabiques.**

Colocación de las planchas de pladur en los perfiles colocados.

#### **➤ Estructura de los perfiles de techo de pladur.**

Colocación de los perfiles y colgantes de chapa galvanizada.

#### **➤ Planchas de pladur de techos.**

Colocación de la lana mineral y de las 3 capas de yeso laminado sobre el perfil de techo.

#### **➤ Fontanería del laboratorio.**

Colocación de los conductores de agua (fría y caliente) y lavabos.

#### **➤ Electricidad.**

Instalación de la iluminación de oficina, laboratorio y almacén. Instalación de tomas de fuerza.

➤ **Carpintería.**

Colocación de puertas.

➤ **Pintura.**

Aplicación de pintura sobre las instalaciones de pladur y sobre el suelo para marcar las zonas de almacenes.

➤ **Mobiliario y maquinaria.**

Instalación del mobiliario y maquinaria como se ha establecido.

## 9.2 PREVISIÓN DE TIEMPOS

Tabla 17: Tiempos de ejecución. Fuente: Elaboración propia.

| ACTIVIDADES DE OBRA                                   | DÍAS         |
|-------------------------------------------------------|--------------|
| Estructura de los perfiles de los tabiques de pladur. | 3            |
| Planchas de pladur de tabiques.                       | 3            |
| Estructura de los perfiles del techo de pladur.       | 2            |
| Planchas de pladur del techo.                         | 2            |
| Fontanería del laboratorio.                           | 1            |
| Electricidad.                                         | 3            |
| Carpintería.                                          | 1            |
| Pintura.                                              | 3            |
| Mobiliario y maquinaria.                              | 40           |
| Pruebas y puesta en marcha.                           | 30           |
| Seguridad.                                            | Toda la obra |

## 9.3 DIAGRAMA DE GRANTT

El gráfico representa visualmente la distribución temporal del proyecto. Muestra los inicios y finales mínimos de cada actividad.

|                                                       | MES    | MAYO |    |    |    | JUNIO |    |    |    | JULIO |    |    |    |
|-------------------------------------------------------|--------|------|----|----|----|-------|----|----|----|-------|----|----|----|
|                                                       | SEMANA | 1ª   | 2ª | 3ª | 4ª | 1ª    | 2ª | 3ª | 4ª | 1ª    | 2ª | 3ª | 4ª |
| ACTIVIDAD DE OBRA                                     | DÍAS   |      |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    |    |
| Estructura de los perfiles de los tabiques de pladur. | 3      | ■    | ■  | ■  |    |       |    |    |    |       |    |    |    |
| Planchas de pladur de tabiques                        | 3      |      | ■  | ■  | ■  |       |    |    |    |       |    |    |    |
| Estructura de los perfiles del techo de pladur.       | 2      |      | ■  | ■  |    |       |    |    |    |       |    |    |    |
| Planchas de pladur de techos.                         | 2      |      |    | ■  | ■  |       |    |    |    |       |    |    |    |
| Fontanería del laboratorio.                           | 1      |      |    |    | ■  |       |    |    |    |       |    |    |    |
| Electricidad.                                         | 3      |      |    | ■  | ■  | ■     |    |    |    |       |    |    |    |
| Carpintería.                                          | 1      |      |    | ■  |    |       |    |    |    |       |    |    |    |
| Pintura                                               | 3      |      |    |    | ■  | ■     | ■  |    |    |       |    |    |    |
| Mobiliario y maquinaria                               | 40     |      |    |    |    | ■     | ■  | ■  | ■  | ■     | ■  | ■  | ■  |
| Pruebas y puestas en marcha.                          | 30     |      |    |    |    |       |    |    |    |       |    |    | ■  |

|                             | MES    | AGOSTO |    |    |    | SEPTIEMBRE |    |    |    |
|-----------------------------|--------|--------|----|----|----|------------|----|----|----|
|                             | SEMANA | 1ª     | 2ª | 3ª | 4ª | 1ª         | 2ª | 3ª | 4ª |
| ACTIVIDAD DE OBRA           | DÍAS   |        |    |    |    |            |    |    |    |
| Pruebas y puesta en marcha. | 30     | ■      | ■  | ■  | ■  | ■          |    |    |    |

Tabla 18: Diagrama de Gantt. Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO 10. PRESUPUESTO

Se resume el presupuesto por capítulos, que se desarrolla de forma amplia en el documento IV.

Tabla 19: Resumen general del presupuesto. Fuente: Elaboración propia.

|                         |                                                      |                       |
|-------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------|
| CAPÍTULO 1              | MONTAJE DE OFICINA, LABORATORIO Y ALMACEN CON PLADUR | 12.113,18 €           |
| CAPÍTULO 2              | CARPINTERIA Y CERRAJERIA                             | 776,07 €              |
| CAPÍTULO 3              | FONTANERÍA DEL LABORATORIO                           | 375,37 €              |
| CAPÍTULO 4              | ELECTRICIDAD                                         | 39.398,62 €           |
| CAPÍTULO 5              | PINTURA                                              | 520,64 €              |
| CAPÍTULO 6              | ALICATADO                                            | 1.364,61 €            |
| CAPÍTULO 7              | MAQUINARIA E INSTALACIONES                           | 1.096.725,00 €        |
| CAPÍTULO 8              | PREVENCIÓN DE INCENDIOS                              | 1.264,56 €            |
| CAPÍTULO 9              | ALQUILER DE LA NAVE                                  | 30.000,00 €           |
| CAPÍTULO 10             | SEGURIDAD Y SALUD                                    | 23.027,70 €           |
| <b>TOTAL</b>            |                                                      | <b>1.205.565,75 €</b> |
| 16% Gastos Generales    |                                                      | 192.890,52 €          |
| 6% Beneficio industrial |                                                      | 72.333,95 €           |
| <b>TOTAL</b>            |                                                      | <b>1.470.790,22 €</b> |
| 21% I.V.A.              |                                                      | 308.865,95            |
| <b>TOTAL</b>            |                                                      | <b>1.779.656,17 €</b> |

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de UN MILLÓN SETECIENTOS SETENTA Y NUEVE MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y SEIS EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS

ALCAÑIZ, a 15 de julio de 2015.

Fdo.: Pablo Avellanas Jaén.

## CAPÍTULO 11. ESTUDIO ECONÓMICO Y FINANCIERO

Se realiza un estudio económico y financiero de nivel general, planificando con estimaciones y previsiones los cálculos para hallar la viabilidad y rentabilidad del proyecto.

### 11.1 INVERSIONES Y FINANCIACIÓN

Tabla 20: Inversiones del proyecto. Fuente: Elaboración propia

| <b>LA NAVE, OBRA Y MAQUINARIA</b>                                                                                |                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Alquiler de la nave + fianza                                                                                     | 30.000 €              |
| Obras remodelación de la nave                                                                                    | 14.774,5 €            |
| Obras de instalación eléctrica y de fontanería                                                                   | 8.196,33 €            |
| Adquisición de maquinaria para la producción                                                                     | 1.096.725,00 €        |
| Gastos en concepto de dirección de obras de albañilería e instalaciones, permisos y licencias de obra. (4% + 2%) | 68.981,74 €           |
| Gastos generales y Beneficio industrial                                                                          | 252.933,08 €          |
| <b>SUMA</b>                                                                                                      | <b>1.471.610,65 €</b> |
| <b>21% IVA</b>                                                                                                   | <b>309.038,23 €</b>   |
| <b>TOTAL</b>                                                                                                     | <b>1.780.648,88 €</b> |
| <b>MOBILIARIO, EQUIPOS INFORMATICOS Y VEHICULOS</b>                                                              |                       |
| Mobiliario y equipos informáticos                                                                                | 16.000 €              |
| Vehículo                                                                                                         | 17.500 €              |
| <b>SUMA</b>                                                                                                      | <b>33.500 €</b>       |
| <b>21% IVA</b>                                                                                                   | <b>7.035 €</b>        |
| <b>TOTAL</b>                                                                                                     | <b>40.535 €</b>       |

Para hacer frente a estos gastos de esta inversión, se consideran tres opciones de financiación:

- a) 100% mediante Fondos Propios: 1.821.183,88 €
- b) 50% mediante Fondos Propios: 910.591,94 €  
50% mediante Financiación Externa: 910.591,94 €
- c) 100% mediante Financiación Externa: 1.821.183,88 €

### 11.2 INGRESOS Y GASTOS

Tabla 21: Ingresos anuales. Fuente: Elaboración propia.

| <b>PRODUCTO</b>      | <b>PRODUCCIÓN (tn/año)</b> | <b>PRECIO VENTA (€/tn)</b> | <b>INGRESOS (€/AÑO)</b> |
|----------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Pellet saco de 15 kg | ENplus-A1 = 3.255,019      | 290                        | 943.955,65              |
|                      | ENplus-A2 = 2.170,013      | 270                        | 585.903,51              |
| Pellet a granel      | ENplus-A1 = 2.604,051      | 253,38                     | 659.814,44              |
|                      | ENplus-A2 = 1.736,010      | 206,63                     | 358.711,82              |
| Pellet a Big Bag     | Enplus-A1 = 651,003        | 219,84                     | 143.116,49              |
|                      | Enplus-A2 = 434,003        | 185,12                     | 80.342,63               |
| <b>TOTAL</b>         |                            |                            | <b>2.771.844,51 €</b>   |

Los ingresos brutos del primer año serían de 2.771.844,51 €, con el IVA incluido.

Los gastos del primer año son:

Tabla 22: Total de gastos ordinarios. Fuente: Elaboración propia.

| CONCEPTO                                     | BASE                        | I.V.A.              | COSTE AÑO             |
|----------------------------------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------|
| Materia prima                                | 493.733,08 €                | 103.683,94 €        | 597.417,02 €          |
| Envases y embalajes                          | 31.436,78 €                 | 6.601,72 €          | 38.038,50 €           |
| Mano de obra                                 | 206.779,46 €                |                     | 206.779,46 €          |
| Servicios industriales                       | 144.415,63 € (IVA incluido) |                     | 144.415,63 €          |
| Agua, saneamiento, alcantarillado y basuras. | 7.971,05 € (IVA incluido)   |                     | 7.971,05 €            |
| Conservación y mantenimiento                 | 22.082,245 €                | 4.637,27 €          | 26.719,51 €           |
| Prima de seguros                             | 8.903,24 €                  |                     | 8.903,24 €            |
| Tributos                                     | 5.341,94 €                  |                     | 5.341,94 €            |
| Gastos comerciales                           | 36.103,67 €                 | 7.581,77 €          | 43.685,44 €           |
| Gastos materiales                            | 7.122,59 €                  | 1.495,74 €          | 8.618,33 €            |
| Provisiones y deterioro                      | 41.577,66                   |                     | 41.577,66 €           |
| <b>TOTAL</b>                                 | <b>1.005.467,34 €</b>       | <b>124.000,44 €</b> | <b>1.129.467,78 €</b> |

### 11.3 BALANCE Y RATIOS SEGÚN LAS DIFERENTES OPCIONES DE FINANCIACIÓN

Tabla 23: Resumen criterios y datos de rentabilidad. Fuente: Elaboración propia.

|                                        | Financiación propia | Financiación al 50% | Financiación 100% externa |
|----------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------------|
| <b>VAN</b>                             | 15.047.140,70 €     | 14.759.553,23 €     | 14.355.088,96 €           |
| <b>TIR</b>                             | 75,14 %             | 102,24 %            | 128,50 %                  |
| <b>PRI</b>                             | 1,5 años            | 1 año               | 6 meses                   |
| <b>Q (B/I)</b>                         | 826 %               | 810 %               | 787 %                     |
| <b>Beneficios antes de Impuestos</b>   | 1.460.954,23 €      | 1.358.576,73 €      | 1.216.199,23 €            |
| <b>Beneficios después de impuestos</b> | 1.095.715,68 €      | 1.018.932,55 €      | 912.149,43 €              |
| <b>Ratio de solvencia económica</b>    | 3,77                | 2,2                 | 1,2                       |
| <b>Ratio de rentabilidad económica</b> | 0,42                | 0,38                | 0,34                      |

## 11.4 CONCLUSIONES

Una vez se comparán las diferentes opciones se extraen las siguientes conclusiones:

Las tres opciones de financiación son viables para la realización del proyecto, ya sea con financiación externa o propia.

Una vez analizadas las diferentes opciones de financiación se decanta por la financiación total mediante capital externo. No es la opción más rentable, pero es la que menos desembolso se ha aportado, obteniendo el mejor TIR y PRI.

Se ha valorado el estudio económico lo más razonable posible, dejando como respaldo otras opciones que no se han tenido en cuenta debido a su complejidad pero de las que se podría beneficiar el proyecto, como son ayudas, exenciones, bonificaciones, etc.

## CAPÍTULO 12. NORMATIVA Y BIBLIOGRAFÍA

### 12.1 NORMATIVA UTILIZADA

- Código Técnico de la Edificación.
- Documento Básico SI, para la seguridad en caso de incendios.
- Documento Básico HR, protección frente al ruido.
- UNE-EN 520:2005+A1 “Productos de Placa de Yeso Laminado”
- UNE-EN 14195:2005 “Perfilería metálica para su uso en Sistemas de Placa de Yeso Laminado”.
- UNE 102040 IN “Montajes de los sistemas de tabiquería de Placa de Yeso Laminado con estructura metálica”.
- Normativa ATEDY “Sección Placa de Yeso Laminado”.
- Normativa EUROGYPSUM “Clasificación de los diferentes niveles de calidad en el acabado de superficies”.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, de Reglamento de Señalización de los Centros de Trabajo.
- Real Decreto 2267/2011, de 3 de Noviembre, de Instalaciones de Protección Contra Incendios.
- Real Decreto 2267/2001, de 5 de Diciembre, de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 2135/1981, de 26 de septiembre, sobre liberación industrial.
- UNE-EN 14961-2:2012, de Biocombustibles sólidos. Especificaciones y clases de combustible.
- Reglamento 347/2013, de 17 de abril de 2013, sobre directrices para la construcción de infraestructuras energéticas.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, de Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Ley 21/2013, de 11 de diciembre, de Evaluación Ambiental.

## 12.2 BIBLIOGRAFÍA

- PONZ MIRANDA, A. *Flora y fauna del Bajo Aragón*. Documento del Gobierno de Aragón.
- MANUAL PARA LA CERTIFICACIÓN DE PELLETS DE MADERA PARA USOS TÉRMICOS (2013). Versión 2.0, abril 2013. Valladolid: AVEBIOM.
- BARDAJÍ RUIZ, J.A. (2010). *Flora y vegetación de la comarca del Bajo Aragón-Caspe*. Documento del Gobierno de Aragón.
- PLAN COMARCAL DE DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE DE LA COMARCA DEL MATARRAÑA (2012). Departamento de Medioambiente del Gobierno de Aragón.
- PLAN DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA 2011-2020 (2011). IDEA “Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía”.
- PINARES (SUD-) MEDITERRÁNEOS DE *PINUS NIGRA* ENDEMICOS (2010). Mayo de 2010. Departamento de Medioambiente del Gobierno de Aragón.
- VIGNOTE PEÑA, S., MARTINEZ ROJAS, ISAAC (2006). *Tecnología de la madera (3ª ed.)*.S.A. MUNDI-PRENSA LIBROS.
- AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA. < <http://www.aemet.es/es/portada>>
- AYUNTAMIENTO DE ALCAÑIZ. < <https://www.alcaniz.es/>>
- AYUNTAMIENTO DE VALDEROBRES. < <http://www.valderobres.es/InternetRural/valderobres/home.nsf>>

## 12.3 OTRAS FUENTES

- Visita a planta de producción de pellets AFPURNA, en Ansó (Huesca).
- Visita a planta de producción de pellets en construcción en Mosqueruela (Teruel).
- Visita con comerciales de diferentes casas comerciales de maquinaria.
- Ayuda por parte del Técnico del Ayuntamiento de Alcañiz en referencia a el polígono y la nave.

# **ANEJOS A LA MEMORIA**



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE UNA PLANTA PELETIZADORA DE BIOMASA CON  
CONTROL DE CALIDAD EN EL MUNICIPIO DE ALCAÑIZ (TERUEL)

**ANEJO 1:  
DESCRIPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA  
Y DEL PRODUCTO OBTENIDO**

**Grado de Ingeniería Forestal: Industrias forestales**

**AUTOR: PABLO AVELLANAS JAEN  
ESCUELA INGENIERÍAS AGRARIAS. SORIA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**JULIO 2015**

## **ANEJO 1: DESCRIPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA Y DEL PRODUCTO OBTENIDO**

### **1. INTRODUCCIÓN**

---

### **2. MATERIA PRIMA**

---

**2.1** ESPECIES PRINCIPALES.

**2.2** RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA.

### **3. CALIDAD DE LOS PELLETS**

---

### **4. NORMALIZACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DE LOS PELLETS**

---

**4.1** NORMATIVA VIGENTE.

**4.2** CALIDAD Y CERTIFICACIÓN DE LOS PELLETS.

### **5. COMERCIALIZACIÓN Y UTILIZACIÓN**

---

**5.1** COMERCIALIZACIÓN.

**5.2** UTILIZACIÓN DEL PRODUCTO.

**5.3** VENTAJAS.

**5.4** INCONVENIENTES.

## **ANEJO 1: DESCRIPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA Y DEL PRODUCTO OBTENIDO**

### **1. INTRODUCCIÓN**

En este anejo se va a definir tanto la materia prima usada en el proceso productivo del pellet, como el producto final. Características principales, ventajas e inconvenientes así como la normativa vigente.

El producto que saldrá al mercado, será el pellet de origen vegetal, en especial de *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, *Pinus Halepensis* que son las especies que predominan en la zona.

Según el Ministerio de Industria, Energía y Turismo de España, los pellets son biocombustibles estandarizados a nivel internacional, procedentes de la compactación de serrines y virutas molturadas y secas que provienen de serrerías y otras industrias. También se pueden realizar mediante astillas y otras biomásas de diversos orígenes. Durante el proceso solo se usa compactación y vapor y algún porcentaje reducido de aditivos biológicos y nunca aditivos químicos.

Los pellets son biocombustibles que vienen de la compactación de biomasa. Tienen una forma cilíndrica con una longitud de 3,5 a 6,5 cm, un diámetro entre 1,5 y 2 cm y con una humedad final de 8-10%.

La materia prima utilizada para esta planta va a ser madera que será astillada para lograr un mejor manejo y secado, abaratando los costes.

### **2. MATERIA PRIMA**

En la fabricación de pellets la materia prima que se usa es muy variable, ya que se usan tanto coníferas como frondosas.

En este caso la materia prima procedente del monte, va a ser de coníferas, en concreto; *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra subsp. salzmannii* y *Pinus halepensis* que son las más abundantes de la zona Bajo Aragón y Matarraña.

#### **2.1 ESPECIES PRINCIPALES**

La comarca del Matarraña se puede dividir en tres zonas diferenciadas en cuanto la vegetación:

- El área de los puertos de Beceite: es un sistema montañoso de carácter mediterráneo. En las zonas bajas se encuentra pinares de carrasco (*Pinus halepensis*) con ejemplares sueltos de carrasca o encina (*Quercus ilex*) y de roble o quejigo (*Quercus faginea*) que son despreciables como aprovechamiento forestal. Por encima de los 750 m de altitud predomina el pino negral (*Pinus nigra subsp. salzmannii*) con presencia de boj (*Buxus sempervirens*), gayuba (*Arctostaphylos uva – ursi*), serbales (*Sorbus domestica*) y mostajo (*Sorbus aria*). En cotas más altas se encuentra el pino silvestre (*Pinus Sylvestris*) predominando sobre el pino negral (*Pinus nigra subsp. salzmannii*) con presencia aislada de avellano (*Corylus avellana*) y algún ejemplar de tejo (*Taxus baccata*).

- Muelas y pinares: en las zonas de mayor altitud predomina el pino negral (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii*) acompañado de gayuba (*Arctostaphylos uva-ursi*), y muy esporádico encina (*Quercus ilex*) y de roble (*Quercus faginea*).  
Al descender aparecen bosques bien conservados de pino carrasco (*Pinus halepensis*) con matorral muy variado: lentisco (*Pistacia lentiscus*), enebro (*Juniperus communis*), romero (*Rosmarinus officinalis*), tomillo (*Thymus vulgaris*) y en zonas de sombras aparecen también árboles agroforestales como nogal (*Juglans regia*), cerezo (*Prunus avium*) y almez (*Celtis australis*).
- El Matarraña medio: la altura apenas supera los 500 m y se encuentra cerca del valle del Ebro donde predomina el pino carrasco (*Pinus halepensis*) y ejemplares escasos de encina (*Quercus ilex*) y de roble (*Quercus faginea*) y matorral compuesto por enebro (*Juniperus communis*), romero (*Rosmarinus officinalis*) y tomillo (*Thymus vulgaris*).

En la comarca del Bajo-Aragón las unidades de vegetación presentes son bosque, matorral y pastizal, para la planta interesa la unidad de bosque que está formada por pinar de pino carrasco (*Pinus halepensis*). Éste se desarrolla en las zonas altas, planas y en las laderas. Los pinares están bien desarrollados y son continuos. Bajo los pinos se encuentran diferentes especies arbustivas como la sabina negra (*Juniperus phoenicea* subsp. *phoenicea*), el escambrón (*Rhamnus lycioides* subsp. *lycioides*), el enebro (*Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*), la oliveta (*Phyllirea angustifolia*) y el lentisco (*Pistacia lentiscus*).

En los pinares más orientales destacan especies más termófilas como el brezo (*Erica multiflora*) o el madroño (*Arbutus unedo*).

#### Descripción botánica:

El *Pinus halepensis* es un árbol de la familia de las pináceas, cuya altura es entre los 15-25 m y con un grosor que puede llegar a los 5-7 m de diámetro, de crecimiento rápido.

El tronco a menudo es retorcido y está inclinado. La corteza es gruesa y resquebrajada de color marrón grisáceo. La parte más joven de las ramas presenta corteza lisa de color gris plateado o marrón rojizo. La copa es poco densa y tiene forma cónica en los ejemplares jóvenes, pero con el paso de los años se vuelve irregular.

Las acículas salen agrupadas de dos en dos sobre tallos milimétricos de crecimiento limitado (braquiblastos), son perennes y miden de 6–12 cm de largo y 0,7-1 mm de ancho, de color verde claro, además existen otras más cortas y de color verde azulado, que aparecen sobre los tallos normales (macroblastos).

Las flores son unisexuales y no presentan ni cáliz ni corola, es una especie monoica, las flores se abren entre marzo y mayo. Las flores femeninas están reunidas en una estructura ovoide de color rosa-violeta que recuerda a una piña de 5-8 mm denominado estróbilo. Las flores masculinas son alargadas y de color amarillo, miden 10-12 mm de largo y brotan en grupos del extremo apical de las ramillas. Los frutos son piñas ovoides de 8 a 12 cm de largo, con pedúnculo corto, agrupadas de dos en dos, que fructifican en otoño cada dos años, una vez se abren, las piñas siguen sobre el árbol. El fruto es un piñón oscuro de unos 5mm de largo con ala de unos 20 mm y membranosa.

El *Pinus nigra* es un árbol de la familia de las pináceas autóctono de la península, con una altura que puede llegar hasta los 50 m, aunque no suelen sobrepasar los 30 m.

El tronco es derecho con la corteza lisa en ejemplares nuevos, a medida que crece se divide en grandes placas de color grisáceo-pardusco que se extiende por las ramas con un tono más oscuro. La copa es densa, con formas muy variables al principio, luego en su crecimiento, se aplana, se abre y se extiende.

Las acículas se agrupan de dos en dos sobre braquiblastos. Tienen una longitud de 8-15 cm de largo con los bordes ligeramente aserrados de un color verde oscuro.

Es una especie monoica, las flores femeninas son conos ovoides de unos 15 mm de largo, erectos, solitarios de color rojizo, que se encuentran solitarios o agrupados en verticilos sobre los ápices de los brotes. Las flores masculinas tienen una longitud que puede llegar hasta los 2 cm y un grosor de 7mm, con forma aovado-cilíndricas de color amarillo y sub-sentadas en los brotes anuales. Florece en primavera, produciendo abundantes piñas cada 4 ó 5 años. Las piñas (estróbilos) son de forma ovado-cónica, de unos 5-8 cm de longitud, simétrica y sentada, de color castaño claro. Las semillas tienen una longitud de 3-8 mm, con ala muy desarrollada, de hasta 20 mm, y testa lignificada. Madura al otoño del año siguiente de la floración.

En El *Pinus nigra* presenta dos subespecies, la subsp. *nigra* y la subsp. *salzmannii*, en este caso será esta última usada en la planta pelletizadora:

- *Pinus nigra* subsp. *salzamanni*: dentro de esta subespecie se divide en tres variedades, la *salzmannii*, la variedad *corsicada*, y la variedad *mauretánica*. En la zona que se encuentra la planta, se encuentra la primera variedad. Esta variedad se encuentra por España y el sur de Francia.

El *Pinus sylvestris* es un árbol de la familia de las pináceas que puede llegar a los 30-40 m de altura.

El porte es inicialmente cónico-piramidal, en la madurez se va deformando y volviendo asimétrico. El tronco es recto y cilíndrico, la corteza joven es de un color grisáceo que al madurar se descama y se vuelve de un color asalmonado. A medida que el tronco principal crece, las ramas inferiores se van cayendo, por lo que un árbol adulto tiene el tronco recto y desramado y una copa irregular en su parte superior.

Las acículas se agrupan de dos en dos sobre braquiblastos, con un tamaño de 3-10 mm, rectas de color verde oscuro.

Es una especie monoica, las flores femeninas son conos agrupadas de dos en dos, de menos de 1 cm de largo por 4-5 mm de ancho, erectas sobre un pedúnculo pequeño hasta la madurez que quedan colgando. Las flores masculinas son espigas de unos 3 cm de longitud formadas por flores individuales de 1 cm de largo muy apretadas, de forma ovalada y de color amarillo. El fruto son unas piñas que necesitan dos años para madurar, son de una longitud de 4 a 5 cm con forma ovoide, no es totalmente simétrica y las apófisis de las escamas pueden ser más curvas en la parte externa. La semilla son piñones de hasta 4 mm de color negro grisáceo, con un ala bastante destacada.

### Clima:

El *Pinus halepensis* es una especie de luz, con temperamento robusto. Se encuentra en un rango de altitud muy amplio, desde los 0 m hasta los 1000 m, siendo 800 m el óptimo. Es una especie de llanura y bajas pendientes en solana. En cuanto a las necesidades hídricas es una especie xerófila, necesita unas precipitaciones superiores a los 250 mm, es resistente a las sequias, por eficacia de transpiración. Es el pino español más sensible a las heladas y el más termófilo, soporta máximas -15° y 43°C, aunque la óptima está por encima de los 11°C. Es una especie de climas con otoños subhúmedos, inviernos y primaveras secas y veranos muy secos. Clima xerothermomediterráneo, termomediterráneo y mesomediterráneo.

El *Pinus nigra* es una especie de temperamento de media sombra, las plantas jóvenes requieren cierto abrigo hasta alcanzar el monte bravo. Se encuentra en un rango de altitud muy amplio, que va desde los 500 m hasta los 2000 m, está adaptada a terrenos tanto llanos como en laderas con fuertes pendientes. En cuanto las necesidades hídricas, es una especie que aguanta bien las sequias estivales pronunciadas (precipitaciones estival mínima de 100 mm). Es una especie de clima mediterráneo de veranos calurosos e inviernos fríos, resistente a sequías y fríos invernales.

El *Pinus sylvestris* es una especie heliófila de temperamento robusto, no crece bien bajo cubierta y exige claras en espesura excesiva. Altitud comprendida entre los 1000-2000 m. Especie de montaña alta y media (piso subalpino en España), que busca orientaciones N, NE y NO en España, y en Europa S y SO. Necesidades hídricas comprendidas entre 400 y 800 mm, no soporta las sequias estivales. Necesita una temperatura media anual superior a 5°C, existiendo un límite de 20°C, para la media del mes de agosto. Es una especie resistente a vientos, nieves y heladas. Clima micromesotérmico, continental, frío, veranos tibios e inviernos muy fríos.

### Suelo:

El *Pinus halepensis* prefiere suelos básicos y arcillosos. No soporta encharcamientos. Se adapta fácilmente a los suelos pobres, áridos y esqueléticos. Mal adaptado a los suelos salinizados. pH 6.5 – 8.9.

El *Pinus nigra* es una especie que prefiere suelos calizos, frescos y profundos.

El *Pinus sylvestris* prefiere suelos silíceos, profundos y sueltos. No tolera los suelos calizos muy húmedos o muy compactos, tampoco los muy esqueléticos. Suelos poco evolucionados, los más frecuentes son suelos pardo-húmedo o pardo-calizo.

### Cuadro caracteres culturales de las especies:

Tabla 1: Caracteres culturales de cada una de las especies. Fuente: Elaboración propia.

| Especies                                    | Altitud (m) | Tipo de suelos                 | Temperatura (°C) | Precipitación anual mínima (Precipitación estival mínima) |
|---------------------------------------------|-------------|--------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------|
| <i>Pinus halepensis</i><br>(Pino carrasco)  | 0-1000      | Prefiere calizo y arcilloso    | -13°/37°         | >250 mm                                                   |
| <i>Pinus nigra</i><br>(Pino laricio)        | 500-2000    | Calizo                         | -16°/38°         | >400 mm<br>(>100 mm)                                      |
| <i>Pinus sylvestris</i><br>(Pino silvestre) | 1000-2000   | Indiferente, prefiere silíceos | -13°/40°         | >500 mm<br>(>100 mm)                                      |

**Características de la madera:**

El *Pinus halepensis* tiene una madera clara, tenaz, de grano fino, elástica, dura, de densidad media y muy resinosa. El aprovechamiento de la madera es difícil debido a lo tortuosa y lo nudosa que es y al pequeño tamaño de los pies. Su uso se basa en la realización de cajas de embalaje, tableros aglomerados, pasta de papel y leñas. Es un gran productor de resina o trementina, con lo que se realiza productos útiles para la industria química.

El *Pinus nigra* es un árbol que tiene el fuste recto y cilíndrico con lo que permite sacar buenas piezas de madera. Tiene una madera de calidad variable. Muy usada para construcción y sierra, así como para construcción naval. Tiene un gran valor estético, se usa para carpintería de exterior. Susceptible de aprovechamiento resinero.

El *Pinus sylvestris* es un árbol con el fuste recto, con una madera de calidad y limpia. La albura es blanco-amarillenta y duramen pardo-rojizo, compacta y resistente. Resinosa y fácil de trabajar. Su madera se usa en carpintería de semiexterior, como de armar, así como para construcción auxiliar y de muebles.

Tabla 2: Características físicas de las especies. Fuente: Elaboración propia.

| PARÁMETROS                                                    | <i>Pinus sylvestris</i> | <i>Pinus nigra</i> | <i>Pinus halepensis</i> |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------|-------------------------|
| Densidad normal (peso específico aparente) gr/cm <sup>3</sup> | 0,520                   | 0,576              | 0,548                   |
| Dureza radial chalais-meudon (d)                              | 1,88                    | 2,48               | 3,39                    |
| Cota de dureza (D/μ <sup>2</sup> )                            | 6,30                    | 5,95               | 9,67                    |
| Dureza tangencial chalais-meudon                              | 1,73                    | 2,34               | 2,50                    |
| Cota de dureza (D/μ <sup>2</sup> )                            | 7,00                    | 6,85               | 8,23                    |
| Contracción volumétrica total (c <sub>v</sub> )               | 12,75                   | 13,3               | 12,5                    |
| Contracción lineal tangencial                                 | 7,05                    | 6,60               | 7,62                    |
| Contracción lineal radial                                     | 3,855                   | 3,51               | 4,705                   |
| Punto de saturación de la fibra                               | 36                      | 33                 | 32                      |
| Coefficiente de contracción volumétrica (c <sub>v</sub> )     | 0,36                    | 0,40               | 0,37                    |
| Higroscopicidad                                               | 0,0029                  | 0,0032             | 0,0031                  |

Tabla 3: Características mecánicas de las especies. Fuente: Elaboración propia.

| <b>PARÁMETROS</b>                                                                           | <b><i>Pinus sylvestris</i></b> | <b><i>Pinus nigra</i></b> | <b><i>Pinus halepensis</i></b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Flexión estática. Carga de ruptura (f) kg/cm <sup>2</sup>                                   | 1057                           | 1169                      | 1231                           |
| Cota de flexión (f/100)                                                                     | 21,32                          | 20,6                      | 23,0                           |
| Cota rigidez                                                                                | 27,1                           | 25,2                      | 26,5                           |
| Cota de tenacidad (f/c)                                                                     | 2,6                            | 2,5                       | 2,7                            |
| Módulo de elasticidad (e)                                                                   | 94250                          | 96500                     | 101500                         |
| Flexión dinámica o choque. Trabajo unitario (w)                                             | 0,22                           | 0,25                      | 0,24                           |
| Cota dinámica (c <sub>d</sub> = w/d <sup>2</sup> )                                          | 0,93                           | 0,76                      | 1,27                           |
| Compresión paralela a la fibra. Carga de ruptura (c) kg/cm <sup>2</sup>                     | 406                            | 456                       | 463                            |
| Cota de calidad estática (Cc = c/100)                                                       | 8,1                            | 7,9                       | 8,37                           |
| Resistencia a rotura (f) kg/cm                                                              | 8,76                           | 9,77                      | 12,72                          |
| Cota de laminabilidad = cota estática (c <sub>1</sub> = f/100)                              | 0,17                           | 0,17                      | 0,23                           |
| Tracción perpendicular a la fibra. Resistencia a rotura (σ) kg/cm <sup>2</sup> . Radial     | 22                             | 22                        | 25                             |
| Cota de calidad (Cc = σ/100)                                                                | 0,44                           | 0,38                      | 0,47                           |
| Tracción perpendicular a la fibra. Resistencia a rotura (σ) kg/cm <sup>2</sup> . Tangencial | 19                             | 23                        | 23                             |
| Cota de calidad (Cc = σ/100)                                                                | 0,38                           | 0,40                      | 0,42                           |
| Compresión perpendicular a la fibra. Carga de ruptura (c) kg/cm <sup>2</sup> . Tangencial   | 81                             | 88                        | 107                            |
| Cota de calidad (Cc = c/100)                                                                | 1,5                            | 1,4                       | 1,85                           |
| Compresión perpendicular a la fibra. Carga de ruptura (c) kg/cm <sup>2</sup> . Radial       | 77                             | 99                        | 110,5                          |
| Cota de calidad (Cc = c/100)                                                                | 1,45                           | 1,6                       | 1,95                           |

Tabla 4: Características químicas de las especies. Fuente: Elaboración propia

| <b>PARÁMETROS</b>            | <b><i>Pinus sylvestris</i></b> |              | <b><i>Pinus nigra</i></b> |              | <b><i>Pinus halepensis</i></b> |              |
|------------------------------|--------------------------------|--------------|---------------------------|--------------|--------------------------------|--------------|
|                              | <b>TRONCO</b>                  | <b>RAMAS</b> | <b>TRONCO</b>             | <b>RAMAS</b> | <b>TRONCO</b>                  | <b>RAMAS</b> |
| Cenizas (%)                  | 0,25                           | 0,54         | 0,46                      | 0,64         | 0,48                           | 0,44         |
| Solubilidad en agua fría     | 1,13                           | 3,70         | 2,35                      | 2,46         | 2,58                           | 2,30         |
| Solubilidad en agua caliente | 2,07                           | 5,37         | 4,95                      | 5,41         | 3,96                           | 4,32         |
| Solubilidad en NAOH 1%       | 21,13                          | 10,09        | 20,37                     | 20,65        | 17,38                          | 12,75        |
| Extracto en éter             | 2,99                           | 10,39        | 7,75                      | 4,53         | 2,42                           | 1,14         |
| Extracto en alcohol benceno  | 0,90                           | 3,03         | 1,60                      | 1,74         | 1,05                           | 0,76         |
| Lignina                      | 25,48                          | 27,88        | 25,07                     | 29,97        | 25,14                          | 28,53        |
| Holocelulosa                 | 77,18                          | 70,88        | 71,43                     | 70,40        | 75,22                          | 72,60        |
| Pentosanos                   | 12,50                          | 11,20        | 10,20                     | 12,90        | 12,10                          | 16,37        |

## **2.2 RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA**

La recepción de la materia prima a la planta será de diferentes formas:

- Biomasa que procede de las industrias de primera transformación:

Proviene principalmente de aserraderos. Es el subproducto que se origina que puede ser tanto astillas como serrín. La madera que llegara a la planta vendrá sin corteza, ya que en los aserraderos se realiza un descortezado previo. Este subproducto se comercializa por su alto valor en el mercado.

- Biomasa forestal arbolada:

Se utilizaran también los residuos forestales y la madera en rollo procedente de los tratamientos silvícolas.

- Biomasa de residuos forestales:

Se considera biomasa de residuos forestales a la que procede de los tratamientos silvícolas, sobre todo tras cortas finales.

- Biomasa procedente de tratamientos silvícolas:

Es la madera que procede de claras de los montes.

### **3. CALIDAD DE LOS PELLETS**

El producto que se obtiene y que se comercializa tendrá como finalidad lograr los objetivos de la empresa. Por lo tanto se tienen en cuenta diferentes criterios tanto físicos como químicos que pueden influir a la hora de producir los pellets. Hay factores como pueden ser la humedad, el poder calorífico, el contenido en cenizas que influyen en el rendimiento de las calderas y en su durabilidad.

Los pellets que se obtienen estarán en los grupos de calidad marcados por la normativa EN 14961-2, que son la clase ENplus-A1, la clase ENplus-A2 y la clase EN-B. Se opta por hacer pellets de calidad para lograr un máximo rendimiento de las calderas, logrando la máxima durabilidad de la instalación de forma que se rentabilice las inversiones. Las dos primeras clases son las de mayor calidad y son las que se realizaran en la planta. Las características más importantes se reflejan en la tabla 2.

Características técnicas para evaluar el pellet:

- Forma, tamaño y aspecto: tienen una forma cilíndrica, con una longitud de entre 3,5 y 6,5 cm y un diámetro de 1,5 y 2,5 cm. El aspecto depende de la materia prima usada.
- Densidad: los pellets tienen una densidad mayor que otros combustibles madereros que no son prensados. Se facilita el transporte, manipulación y almacenamiento, y ofrece una mayor durabilidad. La densidad depende de la materia prima usada, una especie con mayor densidad, dará pellets con mayor densidad.
- Contenido de humedad: salen con una humedad final de 8-10%. Gracias al baquelizado, que es una pequeña combustión que se produce en la capa al prensar, y que forma una fina película que impide la entrada de agua, no aumenta la humedad.
- Poder calorífico: depende de la materia prima usada, de la composición química y humedad de la misma. El poder calorífico de los pellets es mayor al de otros combustibles madereros. 1 kg de pellet produce 4600 kcal/kg.
- Contenido en cenizas: depende de la materia prima, normalmente el contenido es bajo. A menos contenido de cenizas se reducen las labores de limpieza y mantenimiento de los equipos.
- Tamaño de finos: interesa una gran superficie específica, de esta manera se necesita menos temperatura para el encendido y se logra una combustión óptima y más limpia.
- Friabilidad: los pellets deben ser resistentes a la friabilidad, su índice FR no debe ser menos de 0,93.
- Precio: depende de los valores de mercado y sus fluctuaciones, pero en proporción es entre un 30-35% más barato que los combustibles fósiles.

#### **4. NORMALIZACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DE LOS PELLETS**

Mediante la evaluación de las propiedades de los pellets, se podrá determinar qué calidad tienen, y dar o restar valor.

La normativa vigente, muestra las propiedades que se han de evaluar y que son básicas en la comercialización de los pellets.

- Garantizar una calidad.
- Definir unos indicadores de calidad.
- Informar de las diferentes calidades.
- Seguridad legal de la empresa.
- Una trazabilidad clara.

##### **4.1 NORMATIVA VIGENTE.**

La norma europea EN 14961-2 “Biocombustibles sólidos – Especificaciones y clases de combustible – Parte 2: Pellets de madera para usos no industriales”. Afecta a los 30 países del CEN y gracias a esto los fabricantes amplían su mercado para toda Europa.

##### **4.2 CALIDAD Y CERTIFICACIÓN DE LOS PELLETS**

###### **➤ Certificación:**

El sistema de certificación usado es el de ENplus, que se basa en la norma europea EN14961. El sistema de certificación de la calidad ENplus es una certificación gestionada a nivel europeo por el European Pellet Council (EPC) y cede a cada país los derechos a una asociación nacional, en España, los tiene AVEBIOM, Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa. AENOR, Asociación Española de Normalización y Certificación, es la entidad designada para la certificación ENplus y para realizar las auditorias.

Al implantar esta certificación de calidad, aumenta la competencia y calidad del mercado a nivel internacional de los pellets.

###### **➤ Calidad:**

Se dividen los pellets en tres calidades con diferentes exigencias sobre la materia prima utilizada como en las características de los pellets. Se usaran las dos primeras calidades en la planta, aunque se describan las tres. Corresponden a la norma EN 14961-2. Las clases que se tienen son:

- ENplus-A1.
- ENplus-A2
- EN-B

Los tipos de madera que pueden usarse como materia prima para la producción de pellets según su calidad vienen definidos en la siguiente tabla.

Tabla 5: tipos de madera permitidos para la producción de pellets de madera. Fuente: manual de calidad Enplus

| ENplus-A1                                                                                                                                  | ENplus-A2                                                                                                                                                                                                                                | EN-B                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Madera del fuste</li> <li>Residuos de la industria de la madera no tratados químicamente</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Árboles enteros sin raíces</li> <li>Madera del fuste</li> <li>Residuos de tala</li> <li>Corteza</li> <li>Residuos y subproductos de la industria de la madera no tratados químicamente</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Forestal, plantaciones y otras maderas no usadas ni tratadas</li> <li>Residuos y subproductos de la industria de la madera no tratados químicamente</li> <li>Madera reciclada no tratada químicamente</li> </ul> |

En la siguiente tabla se muestran las características técnicas del pellet según su calidad.

Tabla 6: Valores límites de los parámetros más importantes de pellets de madera. Fuente: norma EN 14961-2

| Parámetro                 | Unidades          | ENplus-A1                     | Enplus-A2               | EN-B                  | Norma de ensayo |
|---------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------|
| Diámetro                  | mm                | 6 ( $\pm 1$ ) y 8 ( $\pm 1$ ) |                         |                       | EN-16127        |
| Longitud                  | mm                | 3,15 $\leq$ L $\leq$ 40       |                         |                       | EN-16127        |
| Humedad                   | p-% (b.h)         | $\leq 10$                     |                         |                       | EN-14774-1      |
| Cenizas                   | p-% (b.s)         | $\leq 0,7$                    | $\leq 1,5$              | $\leq 3,0$            | EN-147755       |
| Durabilidad mecánica      | p-% (b.h)         | $\geq 95,5$                   |                         | $\geq 96,5$           | EN-15210-1      |
| Finos (< 3,15 mm)         | p-% (b.h)         | < 1                           |                         |                       | EN-15210-1      |
| Poder Calorífico aparente | MJ/kg             | 16,5 $\leq$ Q $\leq$ 19       | 16,3 $\leq$ Q $\leq$ 19 | 16 $\leq$ Q $\leq$ 19 | EN-14918        |
| Densidad aparente         | kg/m <sup>3</sup> | $\geq 600$                    |                         |                       | EN-15103        |
| Nitrógeno                 | p-% (b.s)         | $\leq 0,3$                    | $\leq 0,5$              | $\leq 1,0$            | EN-15104        |
| Azufre                    | p-% (b.s)         | $\leq 0,03$                   |                         | $\leq 0,04$           | EN-15289        |
| Cloro                     | p-% (b.s)         | $\leq 0,002$                  |                         | $\leq 0,03$           | EN-15289        |
| Arsénico                  | mg/kg (b.s)       | $\leq 1$                      |                         |                       | EN-15297        |
| Cadmio                    | mg/kg (b.s)       | $\leq 0,5$                    |                         |                       | EN-15297        |
| Cromo                     | mg/kg (b.s)       | $\leq 10$                     |                         |                       | EN-15297        |
| Cobre                     | mg/kg (b.s)       | $\leq 10$                     |                         |                       | EN-15297        |
| Plomo                     | mg/kg (b.s)       | $\leq 10$                     |                         |                       | EN-15297        |
| Mercurio                  | mg/kg (b.s)       | $\leq 0,1$                    |                         |                       | EN-15297        |
| Níquel                    | mg/kg (b.s)       | $\leq 10$                     |                         |                       | EN-15297        |
| Cinc                      | mg/kg (b.s)       | $\leq 100$                    |                         |                       | EN-15297        |
| Fusibilidad cenizas       | °C°               | $\geq 1200$                   | $\geq 1100$             |                       | EN-15370        |

El sellado de certificación de acuerdo con la clasificación será:

Figura 1: sello ENplus para pellets de madera de calidad ENplus-A1. Fuente: manual ENplus



**ES 100**

Figura 2: sello ENplus para pellets de madera de calidad ENplus-A2. Fuente: manual ENplus



**ES 100**

Figura 3: sello ENplus para pellets de madera de calidad EN-B



**ES 100**

➤ **Ventajas de la certificación:**

La certificación de los pellets de madera mediante un sistema de certificación de calidad, aporta:

- Al consumidor:
  1. Confianza en el producto: se le garantiza al consumidor que alguien independiente (auditor) ha certificado que el producto producido cumple unos requisitos de calidad y sostenibilidad que redundarán directamente en el rendimiento de la caldera.
  2. Reducción de las emisiones contaminantes: como se estandarizan las características de los pellets, se puede configurar de una forma más efectiva las calderas y de esta manera la emisión será menor.
  3. Mercado transparente: al estar estandarizados los pellets no se requiere de una formación para saber si son de calidad o no, facilitando la compra.
  
- A las empresas:
  1. Facilidad de fabricar calderas adaptadas ya que se unifican las características y se garantizan que se mantienen en el tiempo, de esta manera se facilita y abarata el coste de las calderas.
  2. Aumento de la utilización de biomasa. Al generar confianza se fomenta el uso de estos combustibles que sustituyen a los combustibles fósiles.
  3. Visibilidad. Al tener el sello de certificación, aumenta la publicidad y las ventas.

## **5. COMERCIALIZACIÓN Y UTILIZACIÓN.**

### **5.1 COMERCIALIZACIÓN**

En tres formas diferentes se realiza la venta de pellet.

- **A Granel**

Destinado a grandes consumidores que dispongan de zona de almacenamiento ya sean en tolvas o depósitos. Tanto la carga como la descarga se realizan con camiones cisterna con tuberías propulsadas. Este tipo de comercialización es la más barata y se paga por pesaje.

- **En sacos de 15 kg.**

Es el formato ideal para uso doméstico. Es un envase cómodo y con facilidad de almacenaje. Los pellets están envasados y aislados del exterior con lo que se mantienen seguros. Es el formato más caro, pero el más extendido.

Se puede comprar por unidades sueltas o por palets de unos 800 kg.

- **En “Big Bag”.**

Es una solución intermedia entre los sacos de 15 kg y la venta en granel.

Suelen contener unos 1000 kg y son muy útiles para equipos de potencia media. Se trata de un saco textil con abertura superior, y con válvula inferior de descargar para facilitar la alimentación del equipo.

El transporte es más económico que las bolsas, pero se necesita de toro, grúa o pala frontal.

## **5.2 UTILIZACIÓN DEL PRODUCTO**

El uso principal de los pellets es para alimentar calderas y estufas para generar calor, ya sea para uso de calefacción, para calentar agua, para cocinas y hornos. También puede usarse en la industria para la generación de electricidad o calor.

- **Uso doméstico.**

En el uso doméstico, el uso de pellets es en calderas y estufas, aunque actualmente hay algunas cocinas y hornos que usan este producto para su funcionamiento.

La tecnología de las calderas y estufas de biomasa han avanzado mucho y se ha logrado ser competitivas ante otros sistemas como puede ser el gas, gasoil y electricidad, tanto en calidad como en precio.

Las calderas y estufas de pellets alcanzan los máximos niveles de rendimiento y menor emisión de gases.

Actualmente incorporan sistema de autoalimentación mediante tolvas que suministran el pellet que demanda la caldera o estufa con un “tornillo sinfín”, también dispone de autoencendido.

- **Instalaciones medianas**

En edificaciones con instalaciones de calefacción que son colectivas, como bibliotecas, universidades, juzgados o incluso para medianas industrias que necesiten calor, empiezan a utilizar la biomasa como sustituto de combustibles fósiles, ya que dan mejor rendimiento y su precio es más bajo.

- **Uso industrial**

En la industria el uso de pellets es mucho menor, ya que la propia industria puede utilizar sus residuos y evitarse dicho coste.

A parte de generar calor, con la biomasa en la industria también se genera electricidad.

### **5.3 VENTAJAS**

El uso de pellets frente al uso de combustibles fósiles:

1. Es una energía inagotable y que conserva el medioambiente. El uso de calderas o estufas apenas contamina.
2. Es una energía renovable que disminuye la dependencia del uso de combustible fósiles.
3. Es autóctona, con lo cual se evita la dependencia energética del exterior.
4. No son volátiles, ni presentan ningún riesgo para la salud en caso de vertido.
5. Se fomenta la limpieza de bosque, disminuyendo el riesgo de incendios. También se utiliza los residuos de industria maderera sin aditivos químicos.
6. Las cenizas que se producen son biodegradables y sirven como abono.
7. Es un combustible con un gran poder calorífico.
8. Su precio es la mitad del de gasoil, aparte es estable y no varía como los combustibles fósiles.
9. Su transporte, almacenamiento y distribución es limpio y fácil.

El uso de calderas y estufas de biomasa:

1. El funcionamiento de las estufas esta automatizado, controlan la utilización del combustible, de esta manera mejoran el rendimiento.
2. Por el tamaño tan pequeño del combustible, existen estufas portátiles.
3. Son aparatos sencillos y limpios, necesitan poco mantenimiento.
4. Se recupera el calor residual del humo, con lo que se genera más calor.
5. Alto rendimiento energético, 85-92%

#### **5.4 INCONVENIENTES**

1. Requiere una inversión inicial mayor.
2. Se requiere un lugar seco para almacenar los pellets, ya que si se mojan, recogen humedad y empeoran la calidad.
3. La combustión de pellets consume más aire, con lo que la sala donde se encuentre la maquinaria de consumo de pellets debe de tener una ventilación superior.
4. En ciertas regiones es difícil encontrar pellets.
5. Las estufas no se recomiendan para calentar espacios amplios, solo para zonas localizadas.



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE UNA PLANTA PELETIZADORA DE BIOMASA CON  
CONTROL DE CALIDAD EN EL MUNICIPIO DE ALCAÑIZ (TERUEL)

## **ANEJO 2: ESTUDIO DE MERCADO**

**Grado de Ingeniera Forestal: Industrias forestales**

**AUTOR: PABLO AVELLANAS JAEN  
ESCUELA INGENIERÍAS AGRARIAS. SORIA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**JULIO 2015**

## **ANEJO 2: ESTUDIO DE MERCADO**

### **1. INTRODUCCIÓN**

---

### **2. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS COMBUSTIBLES**

---

**2.1 SITUACIÓN DE LA UNIÓN EUROPEA**

**2.2 SITUACIÓN EN ESPAÑA**

### **3. MERCADO DEL PELLET**

---

**3.1 MERCADO INTERNACIONAL**

**3.2 MERCADO EUROPEO**

**3.3 MERCADO EN ESPAÑA**

## **ANEJO 2: ESTUDIO DE MERCADO**

### **1. INTRODUCCIÓN**

Actualmente el uso de biomasa está creciendo ya que ofrece ventajas sobre el uso de combustibles fósiles, ya sean de ámbito medioambiental o económico. La biomasa ofrece combustibles limpios, renovables, autóctonos y con precios bajos y competitivos.

### **2. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS COMBUSTIBLES**

La situación energética a nivel global tiene una tendencia de aumento, se estima que para el 2040 el consumo aumente hasta un 56%, siendo un crecimiento anual del 1,6 %. Este aumento se debe principal a dos factores, por un lado el económico y el otro la eficiencia energética.

La energía más demandada es el petróleo seguido del carbón, a la vez son los combustibles más contaminantes. El carbón que parece obsoleto en países europeos, no lo es en China o en la India donde las reservas de petróleo son escasas y las de carbón son altas.

Uno de los problemas más grandes son los derivados del petróleo, combustible cuyas reservas empiezan a disminuir, están muy focalizadas, su precio es muy variable y casi siempre al alza y es muy contaminante.

Otro de los problemas que conlleva el petróleo es la situación geográfica de sus reservas ya que algunas de ellas son inaccesibles.

Los precios del petróleo son muy inestables, bien sea debido por conflictos bélicos, lo que hace que aumente el precio del barril, bien que ciertos países rebajen el precio del crudo para hacer competencia a otros países que son gran exportadores de petróleo y gas, o bien aumenten debido a que las reservas naturales de este combustible se están agotando con lo cual se encarece.

Ante esto muchos países han buscado sus propias alternativas, usando energías limpias y renovables, que disminuyen la necesidad de terceros para obtener energía necesaria.

#### **2.1 SITUACIÓN DE LA UNIÓN EUROPEA**

La Unión Europea ante esta situación y mediante el Tratado de Lisboa, aprobó las políticas energéticas europeas, que se basan en la estrategia para conseguir una energía limpia, segura, competitiva y sostenible.

En 2013 la Unión Europea saca el Reglamento 347/2013, de 17 de abril de 2013 sobre directrices para la construcción de infraestructuras energéticas transeuropeas, donde se identifican los corredores de infraestructuras energéticas prioritarios para alcanzar los objetivos de la política energética de la UE, llamado Proyectos de Interés Común.

El 3 de mayo de 2013 la Comisión presentó la Comunicación “Tecnologías Energéticas e Innovación” donde se propone la estrategia para alcanzar los objetivos energéticos más allá de 2020, la estrategia se basa en cinco principios:

- a) Aportar valor añadido a la UE.
- b) Establecer prioridades energéticas.

- c) Integrar las acciones en la cadena de innovación.
- d) Reunir recursos e instrumentos financieros.
- e) Concentrarse en las tecnologías más prometedoras, pero manteniendo abiertas todas las opciones.

Se hicieron análisis y recomendaciones específicas por Estado Miembro y la Comisión propuso un documento de Conclusiones para aprovechar plenamente el potencial de un mercado europeo verdaderamente integrado, con las siguientes medidas:

- a) Aplicar la legislación sobre el mercado interior.
- b) Hacer cumplir las normas de competencia.
- c) Salvar las diferencias entre Estados Miembros.
- d) Ayudar a los consumidores a beneficiarse de las oportunidades.
- e) Mejorar el funcionamiento de los mercados.
- f) Conducir los mix energéticos hacia la descarbonización.
- g) Asegurar el abastecimiento eléctrico.
- h) Integración y modernización de redes
- i) Gestión de la demanda

Esto se complementara con un Plan de Acción que harán los Estados Miembros.

## **2.2 SITUACIÓN EN ESPAÑA**

España es un país que está limitado en cuanto la producción de energía primaria, esto se debe a que necesita la importación de productos petrolíferos ya que no dispone de reservas propias y a que las reservas que dispone de carbón no son de alta calidad, de lo que más se dispone es de hulla, que no tiene una alta eficacia. La dependencia de terceros es muy importante y conlleva un gasto alto para el país.

La producción de energía primaria en España se basa principalmente en la nuclear, seguido de las Energías Renovables. Estas últimas van en aumento, con lo que se contribuye al autoabastecimiento y se consigue poder asumir planes de futuro.

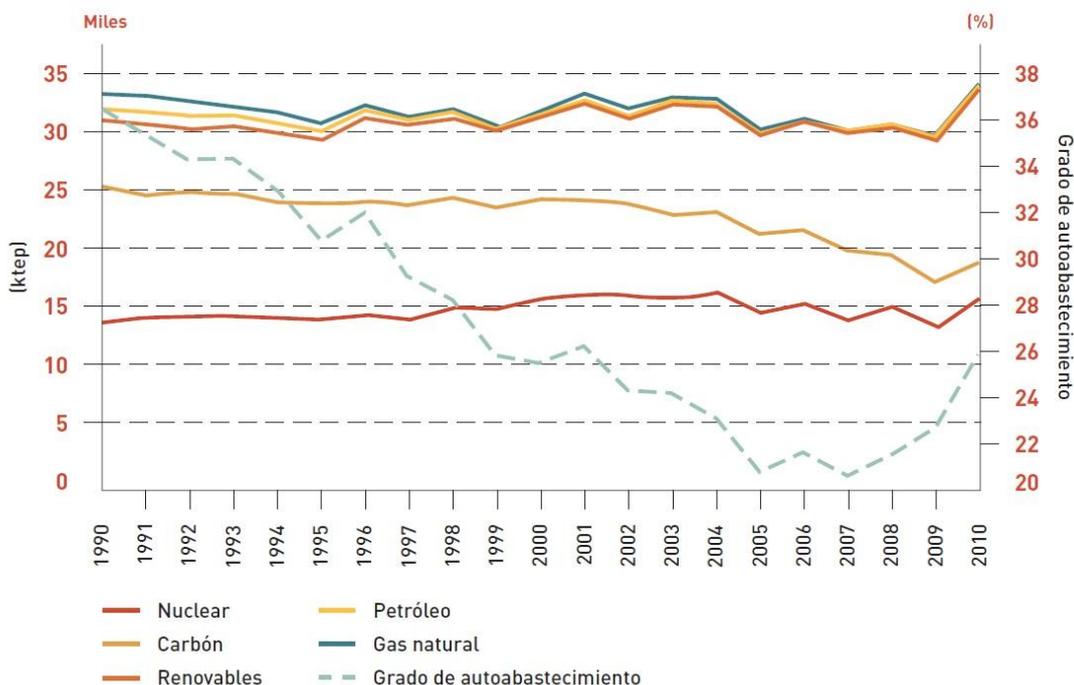
España es un país que tiene una dependencia energética del 80% en 2010, siendo la media de la unión europea un 54%. En la actualidad se ha logrado bajar la dependencia a un 75%. Esto se debe al efecto positivo de las políticas relacionadas con la eficiencia energética y de energías renovables.

Se sigue el Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020 que se ajusta con las recomendaciones elaboradas por la Comisión Europea. Este plan se configura como una herramienta central de la política energética española.

La actual política busca un aumento del autoabastecimiento, para ello se ha de mejorar la eficiencia del sistema transformador, para lograr un mayor rendimiento en la generación eléctrica basada en energías renovables.

Actualmente se está consiguiendo que el uso de las energías renovables, se equipare a la de los combustibles fósiles como son el petróleo o el gas natural.

Figura 1: gráfico de producción interior y de autoabastecimiento. Fuente: IDEA.



### 3. MERCADO DEL PELLET

#### 3.1 MERCADO INTERNACIONAL

La producción de pellets de madera se ha multiplicado por 10 en la última década, debido sobre todo a la búsqueda de alternativas de combustibles fósiles y a la demanda creada por las políticas bioenergéticas en Europa.

La producción en 2013 llegó a un máximo, ascendiendo a las 22 millones de toneladas, de las cuales, 13 millones de toneladas fueron objeto de comercio internacional. Esto demuestra la recuperación a nivel mundial de los productos madereros.

El mercado predomina en Europa y Norteamérica, donde abarca tanto la producción como el consumo. En Europa se produce un 62% y se consume un 81% del pellet mundial, en Norteamérica se produce un 34% y se consume un 15%.

En Asia el mercado empieza a crecer, Japón, China y Corea del Sur ya son países consumidores y establecen primas muy generosas, aunque tras el corte nuclear, el carbón es el máximo productor de energía, por lo que el mercado de biomasa va más lento de lo deseado.

Se prevé que la demanda crezca durante los próximos años, haciendo crecer el mercado y la competencia del biocombustible frente a otros, sin embargo, el éxito dependerá de la economía general.

### 3.2 MERCADO EUROPEO

El mercado europeo crece un 20% anualmente, esto se debe a la conciencia de conservación del medioambiente, al precio competitivo y al desarrollo que está teniendo la biomasa ante otras energías.

En la Unión Europea, 5 países producen el 56,7% de la energía primaria producida por biomasa, Alemania, Francia, Finlandia, Polonia y Suecia. Los principales consumidores son los países bálticos y los nórdicos.

Algunos países europeos como Bélgica y los escandinavos, tienen políticas que favorecen el uso de pellet, tanto a nivel industrial como doméstico, otros como Dinamarca tienen incentivos de cogeneración y prohíbe que en los nuevos edificios se instalen sistemas de gas natural o gasóleo, y para 2035 toda la producción eléctrica deberá provenir de energías renovables, por lo que se estima que las 3 toneladas de pellet que se consumen anualmente en dicho país sea rebasada.

Gracias al Plan de acción de Biomasa, se quiere incrementar la energía procedente de bosques, de la agricultura y de los residuos para lograr una reducción de dependencia energética por parte de Europa, minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero, generar y proteger empleo en zonas rurales y hacer a la UE un líder en tecnología y competitividad.

Se estima que en el año 2015 el consumo de pellet sea de 45 millones de toneladas (39 de uso industrial y 6 para uso doméstico).

Las previsiones de la Unión Europea sobre el balance energético hasta el 2030, es un aumento de la producción energética procedente de todos los combustibles.

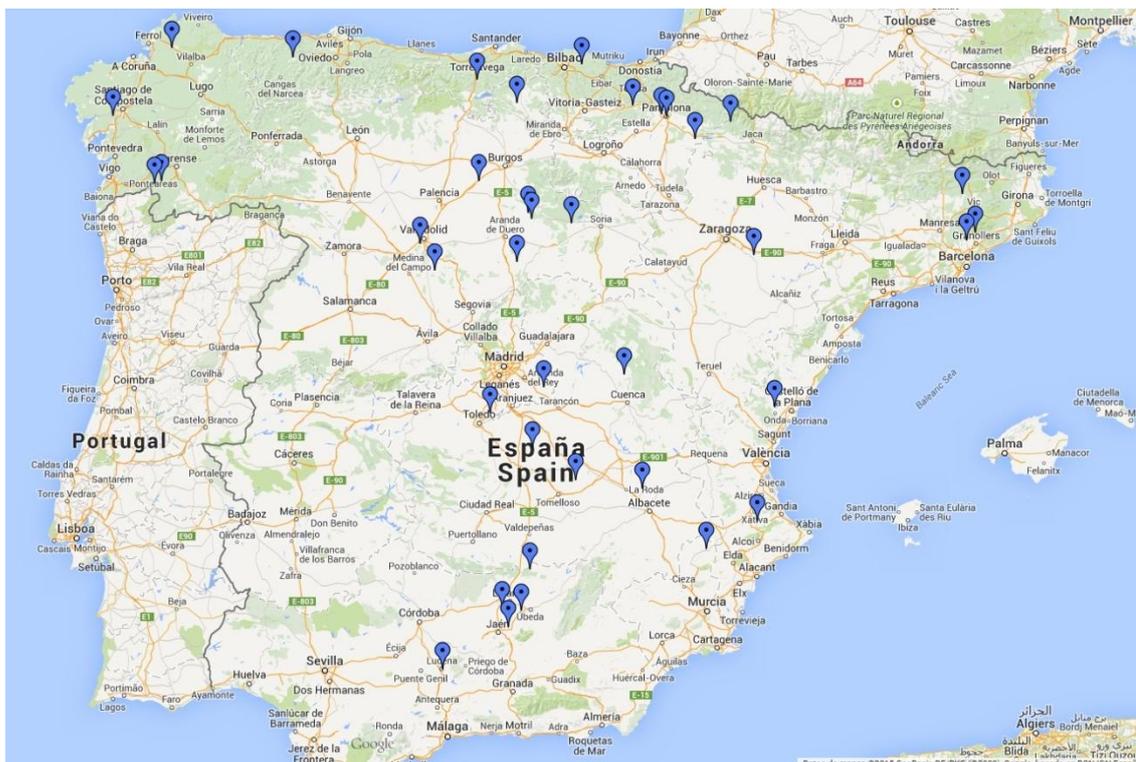
Tabla 1: Resumen Europeo balance energético 1990-2030. Fuente: BREF Large Combustion plant – 2006

| Generación de electricidad (TWh) | 1990   | 1997   | 2000   | 2010   | 2020   | 2030   |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Térmico                          | 2164,9 | 2444,0 | 2463,9 | 2732,1 | 3193,9 | 3646,9 |
| De los cuales:                   |        |        |        |        |        |        |
| Carbón                           | n.a    | n.a    | 0,0    | 166,7  | 457,2  | 801,7  |
| Turbina de gas                   | 46,2   | 149,0  | 263,6  | 444,2  | 544,8  | 642,1  |
| Biomasa                          | 14,8   | 24,2   | 27,3   | 31,9   | 35,6   | 38,3   |
| Nuclear                          | 720,2  | 859,9  | 803,9  | 823,8  | 816,5  | 855,9  |
| Hidroeléctrica + geotermal       | 279,3  | 319,5  | 321,4  | 337,4  | 351,6  | 361,0  |
| Solar                            | 0,0    | 0,0    | 0,2    | 2,2    | 7,4    | 11,9   |
| Eólica                           | 0,2    | 7,5    | 15,2   | 35,7   | 72,4   | 103,8  |
| Pequeña hidroeléctrica           | 11,6   | 38,7   | 48,0   | 53,7   | 55,9   | 56,0   |

### 3.3 MERCADO EN ESPAÑA

Existen actualmente 38 fábricas instaladas en España con una capacidad de producción superior a 10.000 t/año. También se encuentran un número indeterminado de plantas de pequeña escala con una producción de 4000 t/año, repartidas por toda España. Estas plantas suelen estar ligadas a aserraderos o carpinterías, de esta manera aprovechan los residuos y realizan subproductos.

Figura 2: Mapa de distribución de las principales plantas productoras de pellets en España. Fuente: AVEBIUM



Antes las empresas trabajaban al 30% de su capacidad, ya que según los productores no había suficientes calderas ni estufas instaladas para poder usar la totalidad de la producción de los pellets producidos en España, lo que obligaba a que una elevada proporción se exporte.

Otro de los problemas que se encontraban los productores es que el precio del pellet se mantuvo intacto durante 4 años y el precio de producción debido al uso de la electricidad es elevado, con lo que las ganancias eran mínimas.

España importa su producción de pellets domésticos principalmente a Portugal, Irlanda, Reino Unido, Italia y Francia, siendo Italia el principal importador, consumiendo el 60% de la producción anual española en bolsas de 15 kg. Los productores pierden la mitad de los beneficios al exportar la producción debido a la logística.

El pellet industrial, es reclamado principalmente por Reino Unido, Bélgica y Suecia.

En el año 2013, el mercado dio un giro grande al dispararse el consumo de biomasa. Se produjeron 350.000 toneladas y el consumo ascendió a 380.000 toneladas.

Esto se debe al aumento de instalaciones de calderas y estufas de biomasa, ya que aunque requiere una inversión mayor, se amortiza más rápido y el precio y la subida que sufre el pellet es inferior al de otras energías.

Tabla 2: Precio de pellet doméstico en España del 2014. Fuente: AVEBIOM

|                          | Índice Precio Biomasa | 2012          | 2013          | 2014          |               |               |               | 2014          |
|--------------------------|-----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                          |                       |               |               | 1T            | 2T            | 3T            | 4T            |               |
| <b>Saco 15kg</b>         | Precio medio (€/saco) | <b>4,13</b>   | <b>4,24</b>   | <b>4,35</b>   | <b>4,33</b>   | <b>4,34</b>   | <b>4,38</b>   | <b>4,35</b>   |
|                          | c€/kWh                |               |               | 6,08          | 6,06          | 6,08          | 6,13          |               |
|                          | IPB trimestral        |               |               | 2,8%          | 1,4%          | -0,3%         | 0,2%          |               |
| <b>Palet</b>             | Precio medio (€/ton)  | <b>264,61</b> | <b>273,86</b> | <b>286,34</b> | <b>285,57</b> | <b>271,42</b> | <b>280,57</b> | <b>280,98</b> |
|                          | c€/kWh                |               |               | 6,01          | 5,99          | 5,70          | 5,89          |               |
|                          | IPB trimestral        |               |               | 3,5%          | 1,2%          | -0,3%         | -5%           |               |
| <b>Granel (volquete)</b> | Precio medio (€/ton)  | <b>229,29</b> | <b>243,19</b> | <b>253,28</b> | <b>251,60</b> | <b>247,00</b> | <b>236,84</b> | <b>247,18</b> |
|                          | c€/kWh                |               |               | 5,19          | 5,15          | 5,06          | 4,85          |               |
|                          | IPB trimestral        |               |               | 6,1%          | -2,6%         | -0,7%         | -1,8%         |               |
| <b>Granel (cisterna)</b> | Precio medio (€/ton)  | <b>230,79</b> | <b>244,59</b> | <b>254,60</b> | <b>252,91</b> | <b>254,39</b> | <b>252,11</b> | <b>253,50</b> |
|                          | c€/kWh                |               |               | 5,34          | 5,31          | 5,34          | 5,29          |               |
|                          | IPB trimestral        |               |               | 6,0%          | 4,1%          | -0,7%         | 0,6%          |               |

El precio de los pellets va en aumento, pero esta subida de precios es menor en comparación con otros combustibles.

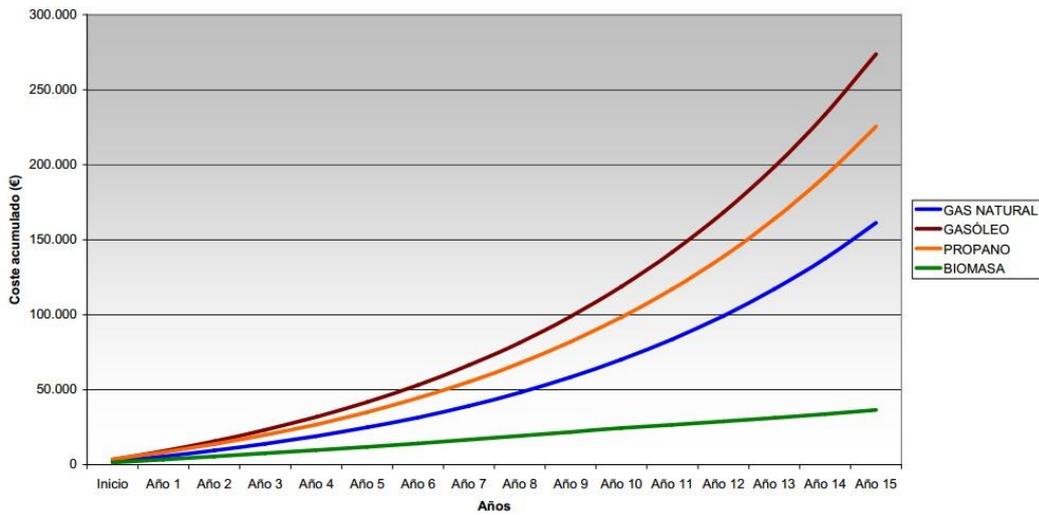
Las industrias que en la actualidad se decantan por la biomasa se ven beneficiadas tanto por la financiación, como por el descuento del 10% de la inversión en el impuesto de sociedades, no solo eso, si no que el precio de los combustibles y la amortización de las instalaciones se comprueba que la de biomasa es la más rentable.

Tabla 3: Tabla comparativa de precios de diferentes combustibles a nivel industrial. Fuente: Grupo Nova Energía.

|                          | Gas natural | Gasóleo  | Propano   | Biomasa   |
|--------------------------|-------------|----------|-----------|-----------|
| Precio                   | 0,040 €/kWh | 0,68 €/L | 0,67 €/kg | 0,08 €/kg |
| Aumento anual del precio | 15%         | 15%      | 15%       | 5%        |

La biomasa es el combustible que menos aumento de precio anual tiene, y no solo eso, si no que los costes que origina son mucho menores que el resto de combustibles.

Figura 2: Gráfico del gasto acumulado en una industria en 15 años. Fuente: Grupo Nova Energía.



El aumento de instalaciones y potencia que proviene de biomasa a aumentando en la industria, sobre todo las del sector agroganadero, agroalimentario y turístico. Gracias a las financiaciones y rebajas fiscales la implantación está en auge.



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE UNA PLANTA PELETIZADORA DE BIOMASA CON  
CONTROL DE CALIDAD EN EL MUNICIPIO DE ALCAÑIZ (TERUEL)

## **ANEJO 3: UBICACIÓN DE LA PLANTA**

**Grado de Ingeniera Forestal: Industrias forestales**

**AUTOR: PABLO AVELLANAS JAEN  
ESCUELA INGENIERÍAS AGRARIAS. SORIA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**JULIO 2015**

## **ANEJO 3. UBICACIÓN DE LA PLANTA**

### **1. ELECCIÓN DE LA UBICACIÓN**

---

### **2. LOCALIZACIÓN DE LA ZONA**

---

**2.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA**

**2.2 POBLACIÓN Y DISTRIBUCIÓN**

### **3. ACTIVIDAD ECONÓMICA Y RECURSOS**

---

**3.1 BAJO ARAGÓN**

**3.2 MATARRAÑA**

### **4. RECURSOS FORESTALES DISPONIBLES**

---

**4.1 RECURSOS FORESTALES EN BAJO ARAGÓN**

**4.2 RECURSOS FORESTALES EN MATARRAÑA**

### **5. EVALUACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN**

---

## **ANEJO 3: UBICACIÓN DE LA PLANTA**

### **1. ELECCIÓN DE LA UBICACIÓN**

Se deben de tener en cuenta a la hora de elegir la ubicación de la planta varios factores. En primer lugar la zona escogida debe disponer de la materia prima necesaria a una distancia que sea económicamente rentable, ya sea tanto procedente del monte, como procedente de restos de industria maderera. De esta manera se abaratan los costes, al ser el coste de transporte de la materia prima menor.

En la zona, no se encuentra ninguna otra empresa que se dedique a la fabricación de pellets, así que no se dispondrá de competencia. Las empresas más cercanas se encuentran a algo más de 100 km, con lo que se podrá ofertar pellets de la misma o mejor calidad a precios más bajos.

La planta se ubicará en el Polígono Industrial "FOMENTA", la manzana 4, parcela 27, que dispone de una superficie de 3.540 m<sup>2</sup> y una nave industrial de 1.200 m<sup>2</sup>.

### **2. LOCALIZACIÓN DE LA ZONA**

#### **2.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA**

El municipio de Alcañiz es la capital de la comarca del Bajo Aragón de la provincia de Teruel, Comunidad Autónoma de Aragón. Está formado por el núcleo urbano de Alcañiz y las pedanías de Valmuel y Puigmoreno.

Se encuentra en un punto medio entre diversas capitales de provincia. Al sur a 148 km esta Teruel, al Noroeste a 100 km esta Zaragoza, al Noreste a 119 km Lérida, al Sureste a 236 km Valencia.

#### **2.2 POBLACIÓN Y DISTRIBUCIÓN**

En la actualidad la población de Alcañiz cuenta con un censo de 16.384 personas de la cuales 8.200 son hombres y 8.184 mujeres. Es la segunda población más grande de la provincia, por detrás de Teruel.

### 3. ACTIVIDAD ECONÓMICA Y RECURSOS

Hay que distinguir las dos comarcas que afectan al proyecto, por un lado el Bajo Aragón, donde estará colocada la planta en la localidad de Alcañiz, y también se obtendrá materia prima, y por otro lado la comarca del Matarraña de donde se obtendrá la mayor parte de la madera empleada en la fabricación de pellets.

#### 3.1 BAJO ARAGÓN

La economía de la comarca, fundamentalmente se basa en el sector agrícola-ganadero y en las industrias agro-alimentarias.

El sector terciario aglutina un 41,6%, mientras que el sector primario e industrial ocupa un 22,8% y el 20,9% respectivamente. El sector terciario está centralizado en Alcañiz, 58,4%, que dispone de los servicios administrativos, jurídicos, sanitarios y una gran actividad comercial, poseyendo el 45,67% de la población ocupada y el 52% de la población total.

La agricultura de la comarca se basa fundamentalmente en cultivos de secano, siendo los destacados el olivar, el almendro y los cereales. Aunque gracias al canal Calanda-Alcañiz el suelo de regadío se ha incrementado. En estos suelos las plantaciones son muy diversas: maíz, olivar, almendros, hortalizas, frutales... dentro de los frutales el que mayor peso e importancia tiene es el melocotón que junto con el aceite de oliva, son los productos con más renombre de la comarca.

En cuanto a la ganadería, tiene un gran peso en la comarca. El ganado ovino mediante explotación extensiva y pastoreo, con denominación de origen. El ganado porcino tiene una gran importancia, se explota mediante ganadería intensiva y la comarca dispone mataderos con la denominación de origen del Jamón de Teruel. En las poblaciones de menos tamaño, el pilar económico es la ganadería porcina.

La actividad industrial está centrada en Alcañiz, Alcorisa y Calanda. Va desde la fabricación de hormigón, automoción, fabricación de muebles, mataderos, mármoles, cristalerías, metalurgia, e industria agroalimentaria. Dentro del impulso de este sector, la creación de la Ciudad del Motor en Alcañiz, realzo económicamente la comarca, tanto a nivel industrial creciendo el sector de automoción, como en turismo y mercado.

En cuanto los aprovechamientos forestales, destaca el sector de las setas, donde predomina el níscolo (*Lactarius deliciosus*), también se encuentran en algunas zonas seta de cargo (*Pleurotus eryngii*), champiñón silvestre (*Agaricus campestris*) y trufa negra (*Tuber nigrum*). También hay un aprovechamiento de plantas aromáticas que abundan por toda la comarca, siendo las más representativas el tomillo (*Thymus vulgaris*), romero (*Rosmarinus officinalis*), ajedrea (*Satureja hortensis*), santolina (*Santolina chamaecyparissus*) y salvia (*Salvia officinalis*). Otro producto que está en auge en la comarca es el de la miel, principalmente producen de tres tipos, de romero, tomillo y mil flores.

### 3.2 MATARRAÑA

La comarca del Matarraña se caracteriza por tener zona de montaña y valle a la vez ya que se encuentra el puerto de Tortosa-Beceite y la depresión del río Ebro.

Gracias a su patrimonio cultural, histórico y natural, el turismo es una gran fuente de ingresos para la comarca.

Tiene clima mediterráneo, por lo que predominan los cultivos de secano siendo los principales el olivo y el almendro. El melocotón es el cultivo de regadío más extendido en la comarca.

A pesar de la agricultura que pueda haber, la comarca del Matarraña se caracteriza por ser una comarca de carácter forestal. El 33% de la superficie está dedicada al cultivo mientras que el 54% es zona forestal según el Plan Forestal de Aragón.

Uno de los aprovechamientos forestales que más dinero deja a la comarca es el aprovechamiento cinegético de la caza de la cabra (*Capra hispánica*). También tiene una importancia el aprovechamiento micológico, donde predomina el niscaló (*Lactarius deliciosus*) y trufa negra (*Tuber nigrum*).

### 4. RECURSOS FORESTALES DISPONIBLES.

Los recursos forestales son calculados mediante el programa informático Bioraise, el cual permite la aproximación real tanto de la madera sacada del monte como la cantidad de recursos provenientes de la industria maderera.

#### 4.1 RECURSOS FORESTALES EN BAJO ARAGÓN

Abarcando estas poblaciones con un radio de 10 km se coge toda la comarca del Bajo Aragón.

Tabla 1: Recursos disponibles en la comarca del Bajo Aragón. Fuente: propia/Bioraise

| POBLACIÓN (r=10 km) | RECURSOS PROVENIENTES DEL MONTE t m.s./año (coníferas) | RECURSOS PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA MADERERA t m.s./año (no tratada químicamente) |
|---------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Alcañiz             | 103,85                                                 | 95,70                                                                               |
| Calanda             | 195,20                                                 | -                                                                                   |
| Alcorisa            | 1.665,32                                               | 23,45                                                                               |
| Maella              | 246,07                                                 | -                                                                                   |
| <b>TOTAL</b>        | <b>2230,24</b>                                         | <b>119,15</b>                                                                       |

Los costes derivados también son calculados y se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2: Costes de los recursos. Fuente: propia/Bioraise.

| POBLACIÓN (r= 10 km) | COSTES RECURSOS PROVENIENTES DEL MONTE |                            | COSTES RECURSOS PROVENIENTE DE LA INDUSTRIA MADERERA €/ t m.s. |
|----------------------|----------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------|
|                      | COSTE MEDIO RECOLECCIÓN €/ t m.s.      | COSTE TRASNPORTE €/ t m.s. |                                                                |
| Alcañiz              | 43,17                                  | 5,73                       | 4,74                                                           |
| Calanda              | 44,04                                  | 8,36                       | -                                                              |
| Alcorisa             | 49,73                                  | 5,49                       | 22,15                                                          |
| Maella               | 32,09                                  | 7,83                       | -                                                              |

#### 4.2 RECURSOS FORESTALES EN MATARRAÑA

Abarcando estas poblaciones con un raído de 10 km se coge toda la comarca del Matarraña

Tabla 3: Recursos disponibles en la comarca del Matarraña. Fuente: propia/Bioraise

| POBLACIÓN (r=10 km) | RECURSOS PROVENIENTES DEL MONTE t m.s./año (coníferas) | RECURSOS PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA MADERERA t m.s./año (no tratada químicamente) |
|---------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Valderrobres        | 3.926,25                                               | 8,27                                                                                |
| Mazaleón            | 168,92                                                 | 15,18                                                                               |
| Beceite             | 7.078,08                                               | -                                                                                   |
| Monrroyo            | 8.578,41                                               | -                                                                                   |
| <b>TOTAL</b>        | <b>19571,66</b>                                        | <b>23,45</b>                                                                        |

Tabla 4: Costes de los recursos. Fuente: propia/Bioraise.

| POBLACIÓN (r= 10 km) | COSTES RECURSOS PROVENIENTES DEL MONTE |                            | COSTES RECURSOS PROVENIENTE DE LA INDUSTRIA MADERERA €/ t m.s. |
|----------------------|----------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------|
|                      | COSTE MEDIO RECOLECCIÓN €/ t m.s.      | COSTE TRASNPORTE €/ t m.s. |                                                                |
| Valderrobres         | 53,77                                  | 6,48                       | 3,95                                                           |
| Mazaleón             | 27,57                                  | 6,71                       | 5,56                                                           |
| Beceite              | 57,52                                  | 6,68                       | -                                                              |
| Monrroyo             | 51,53                                  | 6,00                       | -                                                              |

## **5. EVALUACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN.**

Viendo los recursos forestales disponibles, se podría pensar que Beceite sería la localidad adecuada para la instalación de la planta, ya que es la población con mayor cantidad de recursos forestales.

La elección de la ubicación de la planta es Alcañiz, aunque sea la población con menos recursos forestales provenientes del monte, y se escoge por los siguientes motivos:

1º Alcañiz, es la segunda población más grande e importante de la provincia de Teruel, disponiendo de todos los servicios y siendo el centro estratégico empresarial de la zona.

2º La disponibilidad de los recursos. Aunque en la población en si no tiene una gran cantidad de los mismos, Alcañiz es el centro del resto de poblaciones que sí que disponen una gran cantidad de estos, estando conectados todos con esta por carretera directa, siendo la distancia más grande menos de 40 km.

2º Dispone tanto de polígonos industriales privados como públicos. Se opta por el polígono FOMENTA, cuya titularidad es el Ayuntamiento de Alcañiz. Este dispone de naves fabricadas con todos los servicios disponibles, es decir, agua, electricidad, internet, accesos fáciles, más en concreto por la Parcela nº 27 de la manzana 4, que dispone de una superficie de 3.450 m<sup>2</sup> y una nave industrial de 1.200 m<sup>2</sup>

3º La carretera principal es la N-232 que une por un lado, a 100 km con la ciudad de Zaragoza y por el otro lado une con la costa. Alcañiz es una población que se encuentra en una buena zona estratégica ya que se encuentra a una hora de la zona de plataforma logística de Zaragoza y a una hora y media de la ciudad de Tarragona y a menos de una hora de las poblaciones de costa. También se encuentra a una hora de la capital de provincia Teruel.



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE UNA PLANTA PELETIZADORA DE BIOMASA CON  
CONTROL DE CALIDAD EN EL MUNICIPIO DE ALCAÑIZ (TERUEL)

# **ANEJO 4: INGENIERÍA DEL PROCESO**

**Grado de Ingeniera Forestal: Industrias forestales**

**AUTOR: PABLO AVELLANAS JAEN  
ESCUELA INGENIERÍAS AGRARIAS. SORIA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**JULIO 2015**

## **ANEJO 4. INGENIERÍA DEL PROCESO**

**1. INTRODUCCIÓN**

---

**2. RECEPCIÓN Y PROCESADO DE LA MATERIA PRIMA**

---

**3. TRITURADO DE LA MADERA EN HUMEDO (TRITURADORA DE SERRÍN)**

---

**4. SECADO**

---

**5. CRIBADO**

---

**6. PELETIZADO**

---

**7. PROCESADO DE ENFRIADO**

---

**8. ENSACADO**

---

**9. ALMACENADO**

---

**10. ESQUEMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA MAQUINARIA Y PRODUCCIÓN**

---

**11. SUPERFICIE DE PRODUCCIÓN**

---

## **ANEJO 4: INGENIERÍA DEL PROCESO**

### **1. INTRODUCCIÓN**

Se va a describir el proceso de producción del pellet desde la recepción de la materia prima ya sea procedente de restos forestales o residuos forestales hasta la salida del pellet hacia el consumidor.

El proceso de peletización consiste en aplicar presión sobre un material, en este caso de origen forestal. El material lignocelulósico pasa a través de un sistema que consiste en rodillos que están colocados sobre una matriz metálica con orificios calibrados por donde sale el pellet con la dimensión que se quiere. Se ejerce una presión de los rodillos sobre esta matriz que provoca la aglomeración y el calentamiento de la madera, al final hay unas cuchillas que cortan a la medida deseada

La madera que se introduce ha debido ser previamente secada y triturada.

El esquema general de producción de pellets sería el siguiente:

Material lignocelulósico → Troceado fino homogeneizado → Secado hasta una humedad del 12% → Cribado (los restos serán quemados, generando energía térmica para el secado) → Compactación → Enfriado → Envasado

### **2. RECEPCIÓN Y PROCESADO DE LA MATERIA PRIMA**

La materia prima será recibida en planta en dos formatos, una pequeña parte en serrín procedente de la industria maderera y en gran medida en forma de madera en rollo, o restos forestales procedentes de monte.

Una vez recibida la materia prima será clasificada y almacenada en un almacén aislado para que no se vea afectada por agentes externos.

### **3. TRITURADO DE LA MADERA EN HÚMEDO (TRITURADORA DE SERRÍN)**

La materia prima será triturada y convertida en serrín. En primer lugar mediante una pala cargadora se introducirá en la máquina encargada de hacer serrín. La madera sin secar entrará directamente en la máquina que triturará la madera hasta dejarla en forma de serrín, pudiendo ajustar el tamaño que se necesite.

La trituradora es capaz de procesar 25 m<sup>3</sup> de madera a la hora con una potencia de 100HP.

El producto final es un serrín (2-3,5 mm), que tiene un alto grado de compactación y con apenas producción de finos.

El serrín es mezclado y de esta manera homogeneizado mediante un mezclador, de esta manera se consigue una mayor eficiencia.

La trituradora además incorpora un tamiz que realiza una primera criba, desechando los materiales que no pasen por el tamiz y volviendo a ser triturados.

Con la utilización de esta máquina se ahorra tiempo y espacio, ya que se evita el tener que hacer un primer triturado y después del secado otro más para homogeneizar la materia prima aparte de diferentes cribados. Se logra con un solo paso triturar la madera desde el tronco hasta el serrín que se usa en la fabricación del pellet, evitando desaprovechar menor cantidad de madera.

#### **4. SECADO**

El serrín tiene una humedad del 40% y se ha de bajar hasta un 12% para realizar el pellet de calidad. Es una de las etapas de producción más importantes ya que es directamente proporcional a la calidad final.

Esta operación será realizada con un secador de tambor rotatorio, que está constituido por un cilindro con una inclinación de 3-5° donde la materia prima se coloca en el interior por la parte alta del cilindro y se mueve mediante un rastrillo que se encuentra en el interior y va dando vueltas distribuyendo de forma uniforme el serrín. De esta manera se pone en contacto total la materia prima con la contracorriente de aire caliente, acelerando el proceso de calentamiento y secado. El rastrillo va moviendo el material a medida que se seca y lo va desplazando por el secadero hasta la zona de descarga.

La rotación se realiza de forma lenta para asegurar la renovación del producto sobre la superficie de intercambio. La energía liberada en este proceso se utiliza en la combustión para el proceso de secado. Los residuos generados, que son agua evaporada y otras sustancias evaporadas se purgan por un circuito cerrado. La temperatura del aire expulsada se controla por medio de un termostato, de esta manera se controla que la humedad final sea la adecuada.

El aire se calienta mediante un quemador de combustible, y entra en el trómel impulsado mediante un ventilador. La temperatura del aire se puede graduar entre 50-250 °.

Se elige este sistema por su rendimiento y su bajo coste. El mayor inconveniente es el peligro de incendios, pero dispone de sistema anti-incendios con lo que se reduce los problemas que se puedan ocasionar y hacen de este sistema uno de los mejores.

La humedad final exigida por la normativa Enplus es menor del 10 % Mediante el secadero la humedad se reduce hasta un 12% y el resto de la humedad se evaporara en el proceso de peletizado ya que se produce una pequeña combustión, con lo que se llegara a una humedad del 7%, haciendo del pellet un producto de calidad.

#### **5. CRIBADO**

El proceso de cribado se realizará en tres partes de la planta.

El primero como ya se ha dicho, será un tamiz que va incorporado en la trituradora y que desechará el material más grueso para volver a ser triturado. El primer tamiz que se coloca estará después del secadero, de esta manera se desechará todo lo que sea de tamaño menor de 3 mm que es con el que se va a fabricar el pellet. Los desechos grandes volverán a pasar por la trituradora, de esta manera se pierde menos materia prima, y otra parte de los desechos

será utilizada en el proceso productivo, para generar el calor necesario en el secadero o como combustibles en las calderas.

El siguiente cribado será después de la fabricación del pellet, así pues antes del almacenado de pellet se procede a este cribado que eliminara los finos y polvo, dejando solo los pellet con el tamaño correcto, y dejando el producto de calidad totalmente limpio.

Los residuos separados en esta criba serán reutilizados como combustible en el proceso productivo.

## **6. PELETIZADO**

El peletizado es un proceso de prensado que realiza una compresión sobre el serrín de forma continua, provocando una reducción del volumen de 3 a 5 veces. Este proceso se lleva a cabo con la máquina peletizadora.

Mediante unos rodillos se ejerce presión sobre el serrín, obligándolo a atravesar unos orificios de la matriz a la vez que se comprimen los pellets. A la salida de la matriz, hay un sistema de cuchillas que cortan los cilindros a la medida de longitud deseada.

Los orificios de la matriz se pueden regular para realizar pellets de diferente tamaño dependiendo del interés.

Los pellets se realizarán sin ningún aditivo ya que la lignina que se libera de la materia prima, actúa como aglutinante y junto al calor desprendido por la presión ejercida por los rodillos, se configura los pellets.

Se dispondrá de dos peletizadoras capaces de realizar una producción de 1500-2500 Kg/h de pellets de calidad cada una.

Con este proceso se reduce la humedad hasta un 9-10%.

## **7. PROCESO DE ENFRIADO**

Una vez sale el pellet de la peletizadora, sale con un aspecto similar al final y con una temperatura de unos 88-90°, con lo que se han de enfriar para disminuir la temperatura, para que la lignina solidifique y actúe como pegamento natural y para disminuir la humedad hasta los valores deseados de mercado.

Si este paso no se realizase se desaprovecharía un alto grado de los pellets ya que tendrían una gran fragilidad después del peletizado y podrían aparecer hongos ya que el pellet es propenso al ataque de estos.

Se usará un enfriador vertical en base al principio de contra-flujo, los pellets son introducidos en dirección opuesta al flujo de aire que es introducido desde el fondo del equipo. Los pellets se encuentran con una corriente de aire ascendente que arrastran las partículas de humedad y calor fuera del equipo, dejando los pellets en las condiciones óptimas para el almacenamiento. El sistema de descarga es mediante una triple grilla, que impide la caída del pellet y permite que pase un mayor caudal de aire.

Los pellets se encuentran en la zona baja del enfriador con lo que a la hora de descargar se evita que se produzcan roturas en los pellets.

Al descargar los pellets enfriados pasan por un tamiz, donde se realiza el segundo cribado y se separan los pellets acabados de las impurezas y polvo.

## **8. ENSACADO**

El pellet ya está disponible para usar como combustible. Desde la planta se comercializará el pellet en tres formatos, “a granel”, “en saco” o “en big bag”.

Para el formato a granel y big bag se almacenarán los pellets en un silo de descarga directa sobre el camión. Para la venta en granel se realizará mediante ensacado y paletizado.

Se usará una ensacadora con control de pesaje ya incorporado. De esta manera se calibrará para que dispense 15 Kg por saco. El almacenaje en sacos permite poder guardar el producto sin que sufra alteraciones por agentes externos.

## **9. ALMACENADO**

La planta dispondrá de una zona de almacenamiento del producto acabado, por un lado de un silo donde se encontrará el pellet a granel, con un dispensador para descargar directamente sobre el camión o sobre los sacos de big bag.

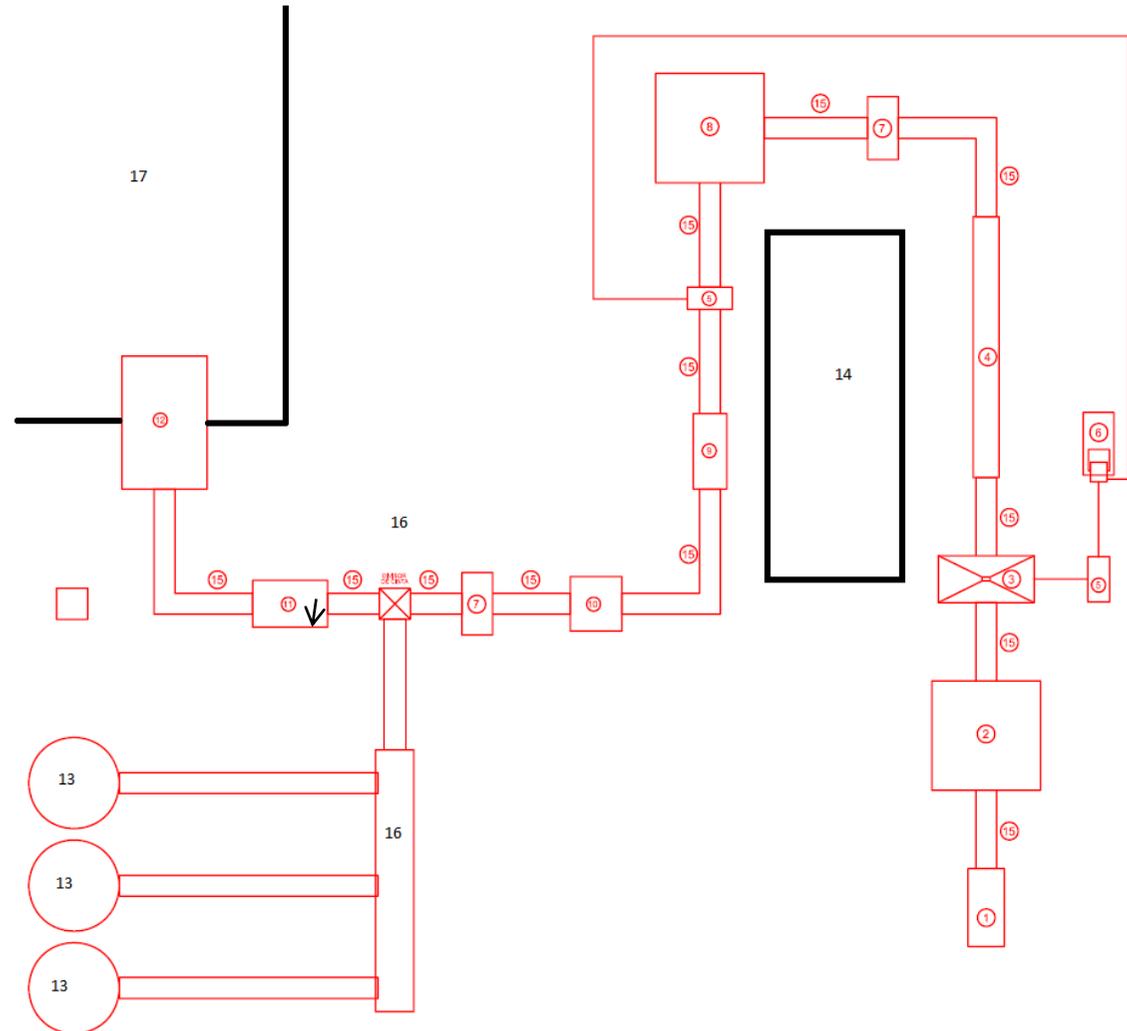
Los sacos de 15 Kg se almacenarán de forma ordenada sobre palés, que se organizarán mediante una paletizadora. De esta manera se consigue un almacenado ordenado y eficiente para la venta. Desde la paletizadora hasta el almacén se transportará con una carretilla elevadora.

Los sacos serán almacenados en un almacén dentro de la planta ya que aunque se puedan dejar en el exterior, se prefiere guardarlos en el interior para evitar el deterioro tanto del producto como del envase, de esta manera se mantiene la temperatura y humedad constante.

### 10. ESQUEMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA MAQUINARIA Y PRODUCCIÓN.

Figura 1: Esquema de la zona de producción de la planta. Fuente: Elaboración propia

- 1º Trituradora.
- 2º Tolva de descarga.
- 3º Mezcladora.
- 4º Secadero.
- 5º Colector de polvo.
- 6º Caldera de biomasa.
- 7º Tamizadora.
- 8º Tolva de descarga.
- 9º peletizadora.
- 10º Enfriador.
- 11º Ensacadora.
- 12º Paletizadora.
- 13º Silos.
- 14º Sala de control.
- 15º Cinta transportadora.
- 16º Distribuidor de material.
- 17º Almacén de productor Finalizado.



## 11. SUPERFICIE DE PRODUCCIÓN

En esta parte de la nave es donde se desarrollara todo el proceso productivo y donde se encontrara toda la maquinaria para esta labor.

El montaje de las máquinas formara una red totalmente automatizada. La mano de obra simplemente será necesaria para cargar la materia prima en la trituradora y para recoger con la carretilla elevadora los palés. Para controlar todo el proceso se dispone de la sala de control donde un operario vigila que todas las maquinas realicen sus funciones de una forma correcta y que en el caso de que aparezca un fallo, se sepa exactamente donde se encuentra, y también maneje desde el ordenador los distribuidores de material, para que llegue el pellet al sitio correcto dependiendo su calidad y su modo de venta.

El proceso de producción de los pellets se divide en cuatro sistemas diferenciados, de esta manera hace más fácil el control y tener una organización mejor.

Todas las transiciones entre las diferentes máquinas se realizan con cintas transportadoras con cubierta. De esta manera se automatiza por completo el proceso y se evita la expulsión de polvo al interior de la nave.

### ➤ Sistema de triturado.

La madera es cargada en la trituradora, que la transforma en serrín y pasa por una cribadora que lleva incorporado, donde los materiales demasiados grandes son rechazados y devueltos al inicio del proceso y el material menos denso, que es el procedente de la corteza será utilizado como combustible en la caldera de biomasa.

Una vez sale de la trituradora, mediante una cinta de transporte, envía el serrín a una tolva donde se almacena. De esta manera no se para la producción aunque haya un fallo en la trituradora.

A continuación pasa a la mezcladora, donde se logra homogeneizar todo el serrín junto a sus propiedades físicas y químicas. Este paso es importante para lograr una buena calidad. En la mezcladora se dispone la primera parte del colector de polvo, que aspira las imperfecciones, material menos denso y lo lleva a la caldera de biomasa para ser usado como combustible.

### ➤ Sistema de secado.

Una vez homogeneizada la materia prima se traslada al secadero, donde pasa por el tambor rotatorio a una temperatura baja (80-90°C) y de forma lenta, de esta manera se mantiene la lignina evitando tener que añadir aditivos.

La temperatura se logra con la caldera de biomasa, que es alimentada con los restos propios de la producción.

Una vez sale del secadero se para por un tamiz desechando las partículas que hubieran pasado el primer cribado, y serán devueltas a la trituradora o a la caldera.

Después del secado se almacenan en una nueva tolva de serrín seco, que aparte de almacenar sirve también para homogeneizar después del secado, y en el caso de que hubiera un fallo en cualquier punto anterior, poder seguir alimentando el proceso sin evitar pérdidas.

➤ **Sistema de peletizado.**

El serrín en el traslado hasta la peletizadora pasa por la segunda parte del colector de polvo para retirar impurezas que pudieran quedar.

El serrín seco es trasladado a la peletizadora, donde se aplica altas presiones mediante rodillos lo que provoca que disminuya el tamaño, se compacte y que pase por un matriz con granulado, que es por donde saldrá el pellet del tamaño que se requiera, mediante un sistema de cuchillas, que lo cortaran a la longitud deseada. En el proceso de peletizado además de formar el pellet, se reduce la humedad hasta un 9%.

Al salir de la peletizadora, mediante un elevador de cangilones se llevan los pellets al siguiente sistema.

➤ **Sistema de enfriado y empaquetado.**

Los pellets son transportados al enfriador. El pellet sale de la peletizadora con una temperatura de 88-90 °C, que se debe de bajar para que la lignina se endurezca y se compacte.

Se introducen los pellets en el enfriador que al trabajar a flujo contrario arrastra las partículas de calor y humedad, dejando el producto en condiciones óptimas para el almacenamiento.

Una vez que sale del enfriador justo antes de ser distribuido a los almacenes o silos, este pasa por un tamiz. De esta manera, el serrín y las imperfecciones son usados en la caldera, dejando pasar solo el pellet perfectamente formado.

Los pellets se podrán almacenar en dos sitios según la forma de venta, si son para granel o Big Bag irán a los silos del exterior y mediante un distribuidor de material irán por una de las cintas dependiendo la calidad del pellet, hasta el silo correspondiente.

Los pellets destinados a la venta en sacos irán a la ensacadora que estará calibrada con un peso de 15 kg. De esta manera al llenarse la bolsa y llegar al peso, se cerrara tanto por calor como por costura, para evitar que se abran antes de su uso y puedan ser atacados por agentes externos.

Los sacos pasarán a la paletizadora que realizaran pales con 70 sacos. El operario con la carretilla elevadora los irá ordenando en la zona de almacenaje del producto acabado, se guardan en el interior para evitar que agentes externos, como la humedad, el sol, viento, hongos, etc., estropeen el producto.



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE UNA PLANTA PELETIZADORA DE BIOMASA CON  
CONTROL DE CALIDAD EN EL MUNICIPIO DE ALCAÑIZ (TERUEL)

# **ANEJO 5: CONTROL DE CALIDAD**

**Grado de Ingeniera Forestal: Industrias forestales**

**AUTOR: PABLO AVELLANAS JAEN  
ESCUELA INGENIERÍAS AGRARIAS. SORIA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**JULIO 2015**

## **ANEJO 5. CONTROL DE CALIDAD**

### **1. INTRODUCCIÓN**

---

### **2. FUNCIONAMIENTO**

---

### **3. PARTES DEL NIR**

---

### **4. VENTAJAS DEL NIR**

---

### **5. MEDICIONES DEL NIR**

---

## **ANEJO 5: CONTROL DE CALIDAD**

### **1. INTRODUCCIÓN**

En el proceso de producción se dispondrá de un NIR, que es un espectrómetro con el que se miden diferentes parámetros físicos y químicos, y así determinar las propiedades de un material.

En este caso se opta por un NIR que permite la medición en continuo, de esta manera se coloca sobre la cinta transportadora antes de la peletizadora con lo que se obtienen datos ininterrumpidamente y se logra una clasificación a tiempo real de la materia, así como permite desechar en tiempo real el material que no cumpla con los criterios de calidad.

### **2. FUNCIONAMIENTO**

La espectrometría de infrarrojo cercano (NIR) es la medición de longitud de onda e intensidad de la absorción de luz infrarroja cercana de la muestra a medir. Se usa un rango de infrarrojos de 780 nm – 2,5  $\mu$ m (12,500-4.000  $\text{cm}^{-1}$ ), se logra la suficiente energía para excitar sobretonos y combinaciones de vibraciones moleculares a altos niveles de energía.

Se debe a los armónicos y bandas de combinación de las vibraciones fundamentales de las moléculas, es decir, una molécula absorbe radiación infrarroja cuando sufre un cambio en el momento dipolar a consecuencia del movimiento por vibración o rotación. Esta vibración se recibe en el detector permitiendo obtener un espectro que analizado oportunamente permite dilucidar los parámetros de calidad de la materia analizada.

El NIR continuo es utilizado en cadenas de producción donde es necesario comprobar ininterrumpidamente la materia. Disponen de dos sensores y son insensibles con el entorno con una velocidad de medición 10 veces superior a los NIR de laboratorio.

### **3. PARTES DEL NIR**

Un NIR está formado por una fuente de radiación, selector de longitud de onda, compartimento de la muestra y detector.

La fuente de radiación: dispositivo que genera el haz de luz que se necesita para la irradiación de la muestra. Es una lámpara halógena de filamento de tungsteno con ventana de cuarzo que proporciona el espectro continuo.

El selector de longitud de onda: puede disponer de dos sistemas.

- Dispersivo: los sistemas de selección de longitud de onda son monocromadores, que están constituidos por un conjunto de colimadores de los haces de entrada y salida junto con un elemento dispersante. Permite descomponer el haz incidente por efecto de interacciones constructivas y destructivas. Se usan redes de difracción.
- No dispersivos: utilizan elementos semitransparentes colocados entre la fuente de radiación y la muestra, y permite el paso de ciertas longitudes de onda. Pueden ser de dos tipos, de absorción o de interferencia. Los primeros son transparentes a unas longitudes de onda y los segundos se basan en el

fenómeno de la interferencia óptica que sufre un haz de luz al atravesar ciertos materiales con diferentes grosores e índices de refracción

El selector de longitud debe de realizar:

- Proporcionar el ancho de banda preciso y exacto de la longitud de onda.
- Proporcionar señales altas a fin de conseguir una correcta relación señal/ruido.

El compartimento de la muestra: en este caso el NIR se coloca sobre la cinta transportadora, de manera de la medición sea continua.

El NIR está colocado encima de la cinta transportadora y mediante reflectancia, el haz de luz es reflejado en la muestra y es recogido por el detector.

El detector: es un semiconductor, Arseniuro de Indio y Galio (InGaAs), que opera de 600 a 1900 nm.

#### **4. VENTAJA DEL NIR**

El NIR presenta una serie de ventajas ante otros métodos de análisis que hacen que sea la mejor opción para medir las calidades.

- El NIR realizar análisis analíticos más rápidos respecto a los tradicionales.
- Es un método de análisis no destructivo ni invasivo.
- No se utilizan reactivos tóxicos y contaminantes.
- Permite análisis de multicomponentes a partir de un solo espectro.
- Menor consumo de reactivos.
- No se desperdicia materia prima.

#### **5. MEDICIONES DEL NIR**

El NIR da una gran variedad de datos con una sola medición, las que interesan para la calidad del pellet será la densidad, cantidad de enlaces de hidrogeno, cantidad de humedad y poder calorífico.

Puede obtener muchas más como humedad y contenido en compuestos con distintos enlaces carbono-hidrogeno que son indicadores de la calidad de la materia prima y producida. Oportunamente calibrado permitirá aumentar los beneficios de la planta.

Gracias al NIR se sabrá la calidad antes de terminar el producto, pudiendo desechar o modificar la composición antes de que sea tarde.



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE UNA PLANTA PELETIZADORA DE BIOMASA CON  
CONTROL DE CALIDAD EN EL MUNICIPIO DE ALCAÑIZ (TERUEL)

# **ANEJO 6: ESTUDIO CLIMÁTICO**

**Grado de Ingeniera Forestal: Industrias forestales**

**AUTOR: PABLO AVELLANAS JAEN  
ESCUELA INGENIERÍAS AGRARIAS. SORIA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**JULIO 2015**

## **ANEJO 6. ESTUDIO CLIMÁTICO**

### **1. INTRODUCCIÓN**

---

### **2. DIVISIÓN CLIMÁTICA**

---

**2.1** BAJO ARAGÓN

**2.2** MATARRAÑA

### **3. DATOS CLIMATOLÓGICOS**

---

**3.1** DATOS CLIMÁTICOS ÚLTIMO AÑO BAJO ARAGÓN

**3.2** DATOS CLIMÁTICOS ÚLTIMO AÑO MATARRAÑA

**3.3** DATOS CLIMATOLÓGICOS DE LA ESTACIÓN AEMET

## **ANEJO 6: ESTUDIO CLIMÁTICO.**

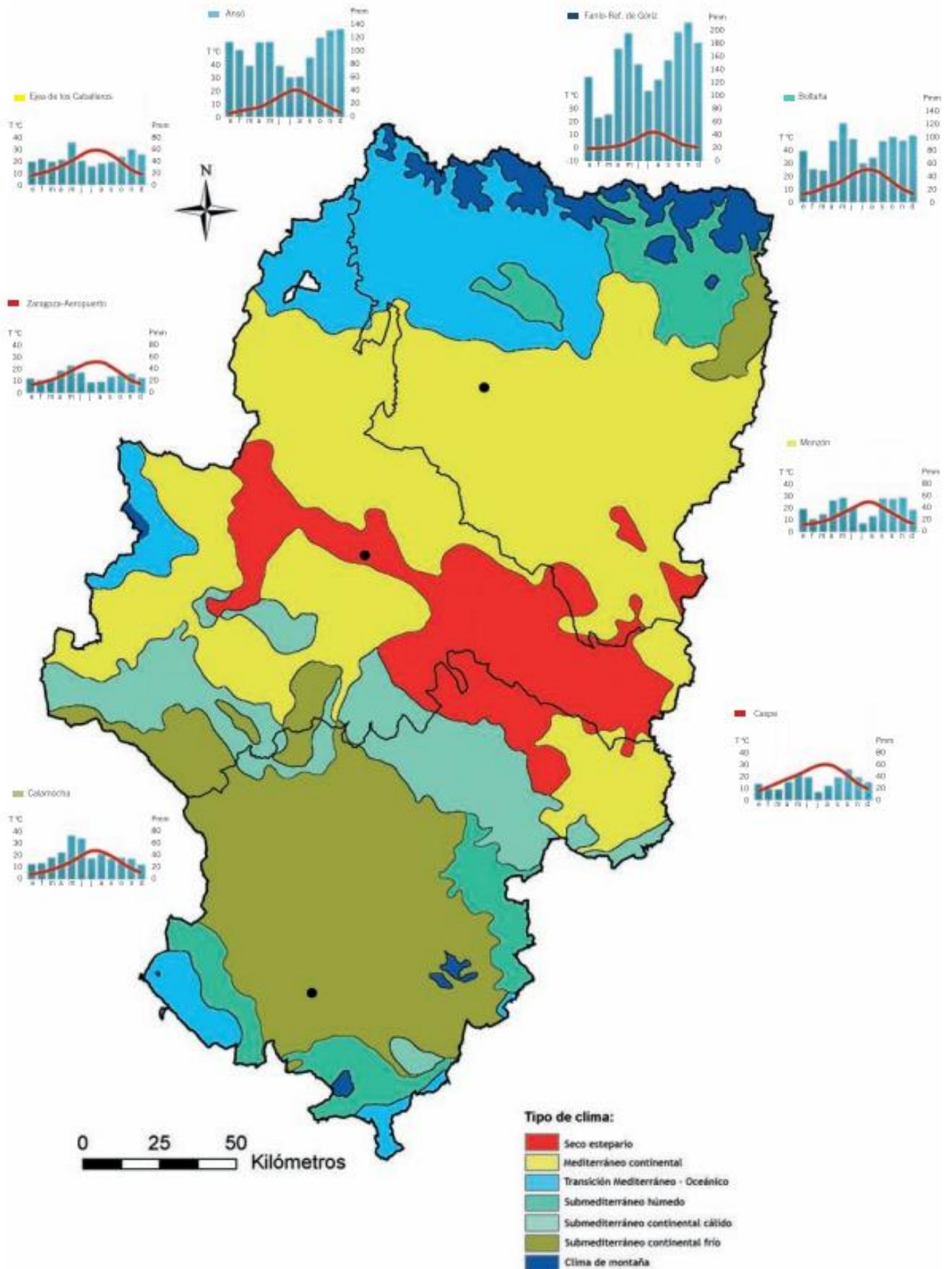
### **1. INTRODUCCIÓN**

Se tendrá en cuenta dos zonas a la hora de realizar el estudio climático, una por cada comarca que se ve afectada por el proyecto. Para ello se utilizara el atlas climático de Aragón y los datos proporcionados por AEMET.

### **2. DIVISIÓN CLIMATICA.**

En Aragón se puede encontrar una división con siete tipos climáticos diferenciados: el seco estepario (zona más árida de la región); el Mediterráneo Continental (sector central y somontano), clima de transición Mediterráneo-Oceánico (Pirineos Occidentales y alguna zona de la Ibérica), el Submediterráneo Húmedo (zona de montada de la Ibérica y Pirineos), Submediterráneo Continental Cálido y Frío (Ibérica) y por último el clima de Montaña (superior a los 1800m).

Figura 1: Mapa de división climática de Aragón. Fuente: Atlas climático de Aragón



## **2.1 BAJO ARAGÓN.**

En esta zona se sitúa la división de seco estepario, donde se adquiere los puntos más extremos de Aragón. Se caracteriza por ser uno de los lugares con menor volumen anual de precipitaciones de la Península Ibérica. Se superan con dificultad los 300 mm de media al año con irregularidad interanual, siendo en primavera y otoño cuando se alcanzan los máximos.

Las temperaturas son extremas tanto en verano como en invierno, con un rango térmico que roza los 20°C, diferencia que aparece entre la media del mes más cálido y del más frío, la amplitud térmica absoluta, es decir, la diferencia entre los días cálidos del veranos y los más fríos del invierno puede superar los 40 °C. Los inviernos y veranos son muy largos haciendo las primaveras y los otoños relativamente cortos.

La pluviometría irregular y escasa, junto con una insolación elevada con más de 2.600 horas/año y una evapotranspiración potencial (ETP) muy acusada del orden de 1.400 mm anuales, supone un importante déficit hídrico, generando unas condiciones ambientales muy limitantes y extremas.

## **2.2 MATARRAÑA.**

En esta zona presenta caracteres más cercanos al del clima mediterráneo puro. Las precipitaciones en torno a los 400-450 mm, siendo el verano bastante seco interrumpido con tormentas importantes. Los inviernos son benignos comparados con el resto de Teruel, con promedios a los 4°C, y los veranos son cálidos llegando a los 30 °C.

### 3. DATOS CLIMATOLÓGICOS.

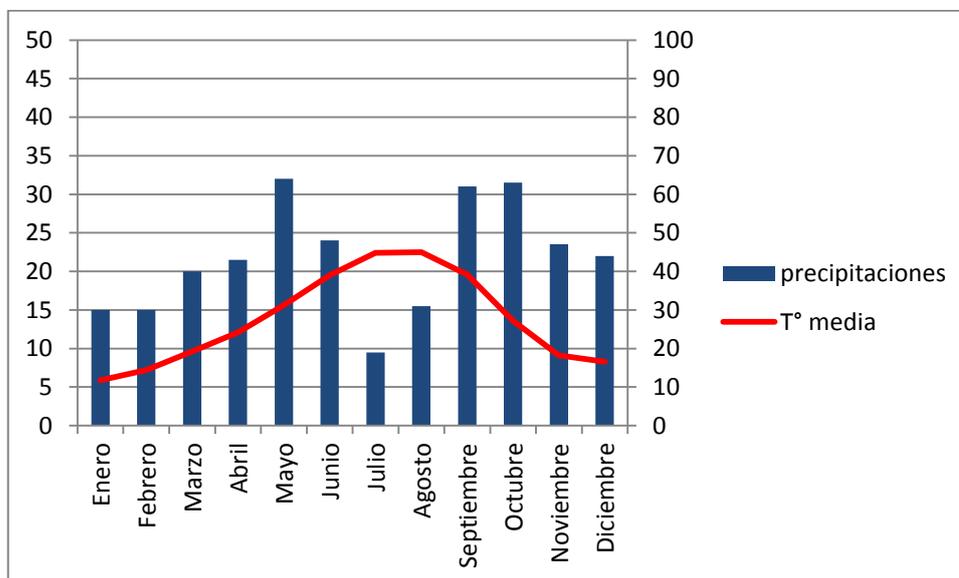
#### 3.1 DATOS CLIMATICOS ÚLTIMO AÑO BAJO ARAGÓN.

Los datos son obtenidos de la estación instalada en el embalse “la estanca” de Alcañiz, esta pertenece a la confederación hidrográfica del Ebro.

Tabla 1: datos climatológicos 2014. Fuente: estación meteorológica de “la estanca”.

| Mes        | Temperatura media (°C) | Temperatura mínima (°C) | Temperatura máxima (°C) | Pluviometría (mm) |
|------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|
| Enero      | 6,3                    | 2,3                     | 10,4                    | 22                |
| Febrero    | 8,0                    | 3,3                     | 12,7                    | 24                |
| Marzo      | 10,8                   | 5,6                     | 16,0                    | 30                |
| Abril      | 13,1                   | 7,8                     | 18,7                    | 36                |
| Mayo       | 16,8                   | 11,4                    | 22,2                    | 55                |
| Junio      | 23,5                   | 17,7                    | 29,3                    | 40                |
| Julio      | 27,4                   | 20,5                    | 36,1                    | 16                |
| Agosto     | 27,1                   | 19,9                    | 35,6                    | 20                |
| Septiembre | 21,4                   | 15,2                    | 26,7                    | 51                |
| Octubre    | 14,6                   | 10,5                    | 18,8                    | 51                |
| Noviembre  | 9,8                    | 5,9                     | 13,8                    | 37                |
| Diciembre  | 7,5                    | 3,1                     | 10,9                    | 32                |

Gráfico 1: climograma. Fuente: propia



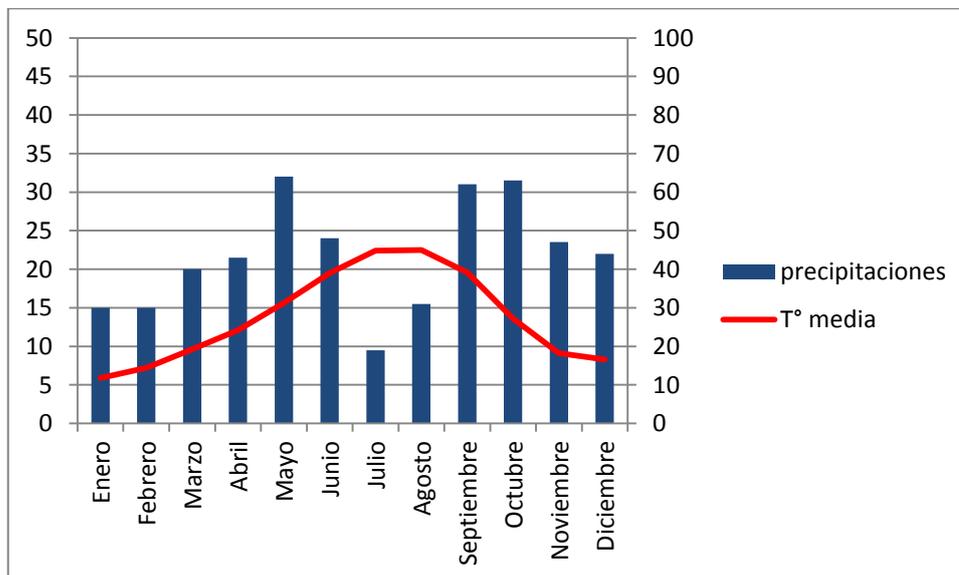
### 3.2 DATOS CLIMATICOS ÚLTIMO AÑO MATARRAÑA.

Los datos son obtenidos de la estación climatológica ubicada en la población de Valderrobres.

Tabla 2: datos climatológicos 2014. Fuente: estación meteorológica de Valderrobres.

| Mes        | Temperatura media (°C) | Temperatura mínima (°C) | Temperatura máxima (°C) | Pluviometría (mm) |
|------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|
| Enero      | 5,9                    | 1,9                     | 9,9                     | 30                |
| Febrero    | 7,2                    | 2,6                     | 11,8                    | 30                |
| Marzo      | 9,6                    | 4,6                     | 14,6                    | 40                |
| Abril      | 12,1                   | 6,9                     | 17,3                    | 43                |
| Mayo       | 15,6                   | 10,4                    | 20,8                    | 64                |
| Junio      | 19,5                   | 14,3                    | 24,7                    | 48                |
| Julio      | 22,4                   | 17,0                    | 27,9                    | 19                |
| Agosto     | 22,5                   | 17,2                    | 27,8                    | 31                |
| Septiembre | 19,6                   | 14,6                    | 24,6                    | 62                |
| Octubre    | 13,6                   | 9,9                     | 17,4                    | 63                |
| Noviembre  | 9,1                    | 5,4                     | 12,9                    | 47                |
| Diciembre  | 8.3                    | 2,8                     | 13,9                    | 44                |

Gráfico 2: climograma. Fuente: propia.



### 3.3 DATOS CLIMATOLÓGICOS DE LA ESTACIÓN AEMET

La estación con similitudes en cuanto clima y cercanía es la que se encuentra en Zaragoza, en el aeropuerto. Se incluyen los datos los de los últimos 15 años, para tener una mejor referencia que del año 2014 disponibles en las estaciones de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

Hay que decir que en el Matarraña, el clima es un poco más suave y con menos viento denominado “cierzo”.

T: Temperatura media mensual/anual (°C).

TM: Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C).

Tm: Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C).

R: Precipitación mensual/anual media (mm).

H: Humedad relativa media (%).

DR: Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm.

DN: Número medio mensual/anual de días de nieve.

DT: Número medio mensual/anual de días de tormenta.

DF: Número medio mensual/anual de días de niebla.

DH: Número medio mensual/anual de días de helada.

DD: Número medio mensual/anual de días despejados.

I: Número medio mensual/anual de horas de sol.

Tabla3: Datos de valores climatológicos normales del periodo 1981-2010 en Zaragoza. Fuente: AEMET.

| Mes        | T    | TM   | Tm   | R   | H  | DR   | DN  | DT   | DF   | DH   | DD   | I   |
|------------|------|------|------|-----|----|------|-----|------|------|------|------|-----|
| Enero      | 6,6  | 10,5 | 2,7  | 21  | 75 | 4,0  | 0,7 | 0,0  | 6,5  | 7,6  | 4,6  | 131 |
| Febrero    | 8,2  | 13,1 | 3,3  | 22  | 67 | 3,9  | 0,4 | 0,1  | 2,9  | 5,2  | 5,1  | 165 |
| Marzo      | 11,6 | 17,3 | 5,8  | 19  | 59 | 3,7  | 0,2 | 0,3  | 0,4  | 1,4  | 6,7  | 217 |
| Abril      | 13,8 | 19,6 | 7,9  | 39  | 57 | 5,7  | 0,0 | 1,4  | 0,2  | 0,1  | 4,6  | 226 |
| Mayo       | 18,0 | 24,1 | 11,8 | 44  | 54 | 6,4  | 0,0 | 4,1  | 0,3  | 0,0  | 4,5  | 274 |
| Junio      | 22,6 | 29,3 | 15,8 | 26  | 49 | 4,0  | 0,0 | 3,9  | 0,1  | 0,0  | 8,2  | 307 |
| Julio      | 25,3 | 32,4 | 18,3 | 17  | 47 | 2,6  | 0,0 | 3,8  | 0,0  | 0,0  | 14,6 | 348 |
| Agosto     | 25,0 | 31,7 | 18,3 | 17  | 51 | 2,3  | 0,0 | 3,7  | 0,0  | 0,0  | 10,9 | 315 |
| Septiembre | 21,2 | 27,1 | 15,2 | 30  | 57 | 3,2  | 0,0 | 2,8  | 0,2  | 0,0  | 8,0  | 243 |
| Octubre    | 16,2 | 21,4 | 11,0 | 36  | 67 | 5,4  | 0,0 | 1,0  | 1,0  | 0,0  | 5,4  | 195 |
| Noviembre  | 10,6 | 14,8 | 6,3  | 30  | 73 | 5,1  | 0,1 | 0,1  | 3,9  | 1,9  | 4,0  | 148 |
| Diciembre  | 7,0  | 10,8 | 3,2  | 21  | 76 | 4,8  | 0,5 | 0,1  | 7,1  | 6,5  | 4,3  | 124 |
| Año        | 15,5 | 21,0 | 10,0 | 322 | 61 | 51,1 | 2,4 | 21,3 | 22,5 | 23,1 | 81,6 | -   |

Es importante tener en cuenta los diferentes parámetros que se tienen, ya que de ellos dependen en una gran medida el crecimiento de las masas forestales de las comarcas, aparte de tener en cuenta el suelo, orografía, tratamientos que se realicen sobre las masas, etc.

Gracias a esta media se puede apreciar valores más estables que tan solo los del último año, que podría ser un año atípico, y comprobar que el clima es beneficioso para las diferentes especies que se van a utilizar en la planta.



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE UNA PLANTA PELETIZADORA DE BIOMASA CON  
CONTROL DE CALIDAD EN EL MUNICIPIO DE ALCAÑIZ (TERUEL)

# **ANEJO 7: PRODUCCIÓN DE LA PLANTA**

**Grado de Ingeniería Forestal: Industrias forestales**

**AUTOR: PABLO AVELLANAS JAEN  
ESCUELA INGENIERÍAS AGRARIAS. SORIA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**JULIO 2015**

## **ANEJO 6. ESTUDIO CLIMÁTICO**

### **1. INTRODUCCIÓN**

---

### **2. DIVISIÓN CLIMÁTICA**

---

**2.1** BAJO ARAGÓN

**2.2** MATARRAÑA

### **3. DATOS CLIMATOLÓGICOS**

---

**3.1** DATOS CLIMÁTICOS ÚLTIMO AÑO BAJO ARAGÓN

**3.2** DATOS CLIMÁTICOS ÚLTIMO AÑO MATARRAÑA

**3.3** DATOS CLIMATOLÓGICOS DE LA ESTACIÓN AEMET

## **ANEJO 7: PRODUCCIÓN DE LA PLANTA**

### **1. INTRODUCCIÓN: PRODUCCIÓN DE LA PLANTA**

Con este anejo se dimensiona la producción respecto a los recursos disponibles de la zona que sean sensibles de ser transformados en pellets.

### **2. RECURSOS FORESTALES DISPONIBLES**

Como se ha visto en el anejo 3, los recursos disponibles son calculados mediante el programa BioRaise. Las especies contabilizadas en las dos comarcas son el *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, *Pinus Halepensis* que son las coníferas que predominan y se explotan en la zona.

#### **2.1 BIOMASA DE RESIDUOS FORESTALES.**

Informe más detallado de todos los residuos disponibles de las zonas descritas en el anejo 3. Se ha estipulado un radio de 10 km para cada población, ya que de esta manera se abarcara toda la extensión de las comarcas.

##### **2.1.1 BAJO ARAGÓN**

###### **- ALCAÑIZ**

*Tabla 1: Recursos disponibles con un radio de 10 km desde Alcañiz. Fuente: BioRaise*

|           | Recursos potenciales<br>(t m.s./año) | Recursos disponibles<br>(t m.s./año) | Superficie de recursos<br>disponibles (Ha) |
|-----------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|
| Secano    | 11.235,00                            | 3.230,06                             | 4.681,25                                   |
| Regadío   | 3.681,56                             | 2.945,25                             | 393,75                                     |
| Frutales  | 162,00                               | 130,00                               | 125,00                                     |
| Olivar    | 155,00                               | 124,00                               | 387,50                                     |
| Fronosas  | 110,85                               | 37,00                                | 100,00                                     |
| Coníferas | 992,17                               | 103,85                               | 425,00                                     |
| Matorral  | 1.278,75                             | 122,81                               | 681,25                                     |

###### **- ALCORISA**

*Tabla 2: Recursos disponibles con un radio de 10 km desde Alcorisa. Fuente: BioRaise*

|           | Recursos potenciales<br>(t m.s./año) | Recursos disponibles<br>(t m.s./año) | Superficie de recursos<br>disponibles (Ha) |
|-----------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|
| Secano    | 9.465,00                             | 2.721,18                             | 3.943,75                                   |
| Regadío   | 1.110,31                             | 888,25                               | 118,75                                     |
| Olivar    | 467,50                               | 374,00                               | 1.168,75                                   |
| Fronosas  | 129,32                               | 111,00                               | 93,75                                      |
| Coníferas | 2.695,11                             | 1.665,32                             | 4.543,75                                   |
| Matorral  | 1.076,25                             | 595,12                               | 1.631,25                                   |

- CALANDA

Tabla 3: Recursos disponibles con un radio de 10 km desde Calanda: Fuente: BioRaise

|           | Recursos potenciales<br>(t m.s./año) | Recursos disponibles<br>(t m.s./año) | Superficie de recursos<br>disponibles (Ha) |
|-----------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|
| Secano    | 10.470,00                            | 3.010,12                             | 4.362,50                                   |
| Regadío   | 116,87                               | 93,50                                | 12,50                                      |
| Frutales  | 2.673,00                             | 2.145,00                             | 1.650,00                                   |
| Olivar    | 457,50                               | 366,00                               | 1.143,75                                   |
| Fronosas  | 9,23                                 | 29,60                                | 25,00                                      |
| Coníferas | 703,54                               | 195,20                               | 856,25                                     |
| Matorral  | 1.316,25                             | 154,87                               | 725,00                                     |

- MAELLA

Tabla 4: Recursos disponibles con un radio de 10 km desde Maella. Fuente: BioRaise

|           | Recursos potenciales<br>(t m.s./año) | Recursos disponibles<br>(t m.s./año) | Superficie de recursos<br>disponibles (Ha) |
|-----------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|
| Secano    | 1.354,25                             | 391,81                               | 556,25                                     |
| Viñedo    | 1.703,00                             | 1.366,25                             | 1.925,00                                   |
| Frutales  | 1.178,50                             | 945,00                               | 706,25                                     |
| Olivar    | 900,25                               | 720,37                               | 2.193,75                                   |
| Coníferas | 2.807,40                             | 246,07                               | 1.531,25                                   |
| Matorral  | 1.653,75                             | 199,31                               | 1.150,00                                   |

**2.1.2 MATARRAÑA**

- VALDERROBRES

Tabla 5: Recursos disponibles con un radio de 10 km desde Valderrobres. Fuente: BioRaise

|           | Recursos potenciales<br>(t m.s./año) | Recursos disponibles<br>(t m.s./año) | Superficie de recursos<br>disponibles (Ha) |
|-----------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|
| Secano    | 270,00                               | 77,62                                | 112,50                                     |
| Regadío   | 1.227,18                             | 981,75                               | 131,25                                     |
| Viñedo    | 115,50                               | 92,81                                | 206,25                                     |
| Frutales  | 698,62                               | 560,62                               | 431,25                                     |
| Olivar    | 90,00                                | 72,00                                | 225,00                                     |
| Coníferas | 5.891,74                             | 3.926,25                             | 10.218,75                                  |
| Matorral  | 1.511,25                             | 1.119,93                             | 2.481,25                                   |

- MAZALEÓN

Tabla 6: Recursos disponibles con un radio de 10 km desde Mazaleón. Fuente: BioRaise.

|           | Recursos potenciales<br>(t m.s./año) | Recursos disponibles<br>(t m.s./año) | Superficie de recursos<br>disponibles (Ha) |
|-----------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|
| Viñedo    | 49,00                                | 39,37                                | 87,50                                      |
| Frutales  | 1.792,12                             | 1.438,12                             | 1.106,25                                   |
| Olivar    | 1.160,00                             | 928,00                               | 2.900,00                                   |
| Coníferas | 3.268,77                             | 168,92                               | 1.150,00                                   |
| Matorral  | 742,50                               | 33,75                                | 156,25                                     |

- BECEITE

Tabla 7: Recursos disponibles con un radio de 10 km desde Beceite. Fuente: BioRaise

|           | Recursos potenciales<br>(t m.s./año) | Recursos disponibles<br>(t m.s./año) | Superficie de recursos<br>disponibles (Ha) |
|-----------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|
| Secano    | 75,00                                | 21,56                                | 31,25                                      |
| Regadío   | 1.227,18                             | 981,75                               | 131,25                                     |
| Frutales  | 607,50                               | 487,50                               | 375,00                                     |
| viñedo    | 56,00                                | 45,00                                | 100,00                                     |
| Coníferas | 9.570,31                             | 7.078,08                             | 16.637,50                                  |
| Matorral  | 2.610,00                             | 1.899,56                             | 4.237,50                                   |

- MONRROYO

Tabla 8: Recursos disponibles con un radio de 10 km desde Monrroyo. Fuente: BioRaise.

|           | Recursos potenciales<br>(t m.s./año) | Recursos disponibles<br>(t m.s./año) | Superficie de recursos<br>disponibles (ha) |
|-----------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|
| Secano    | 3.825,00                             | 1.099,68                             | 1.593,75                                   |
| Regadío   | 116,87                               | 93,50                                | 12,50                                      |
| Viñedo    | 21,00                                | 16,87                                | 37,50                                      |
| Frutales  | 455,62                               | 365,62                               | 281,25                                     |
| Olivar    | 132,50                               | 106,00                               | 331,25                                     |
| Fronosas  | 27,71                                | 19,42                                | 25,00                                      |
| Coníferas | 11.539,10                            | 8.578,41                             | 20.425,00                                  |
| Matorral  | 982,50                               | 744,37                               | 1.756,25                                   |

## 2.2 TIPOS DE BIOMASA FORESTAL A CUANTIFICAR.

Como se ha comentado en el anejo de descripción del producto, la materia prima va a ser de conífera, más en concreto de tres de pino, *P. sylvestris*, *P. nigra*, *P. halepensis*.

- *Pinus sylvestris*: la madera de este pino se utiliza para la construcción, ebanistería y carpintería, se realizan muebles de calidad y mástiles de barcos, por ello los pies con un diámetro superior a los 20 cm, se destinan a estos usos. Los pies de diámetro menor serán usados para la fabricación de pellets, ya que no son buenos para la fabricación de pasta de papel ya que contienen resinas.
- *Pinus nigra*: la madera de este pino se considera de buena calidad y su uso está muy diversificado, va desde la carpintería de exterior (puertas, ventanas, balcones...), carpintería de interior para suelos, chapas para recubrimientos decorativos, carpintería de armar, construcción naval, construcción (puentes, pasarelas...) hasta para la industria de cajas. Esta será la especie de la que menos se dispondrá, ya que su demanda por parte de la industria es mayor, solo los pies menores de 20 cm irán destinados a la planta.
- *Pinus halepensis*: el uso de esta madera se limita a la producción de celulosa y cajas, ya que es una especie que posee un tronco con muchas irregularidades. De este tipo de madera se dispondrá la mayoría para el uso en planta sin importar el diámetro de los pies.

La comarca del Matarraña dispone una superficie de 933 km<sup>2</sup> → 93.300 ha, la cual el 56,5% corresponde a zona forestal, es decir 527,145 km<sup>2</sup> → 52.714,5 ha.

Según el 3º inventario forestal nacional, el monte que predomina es el de coníferas que abarca un 65% del monte de la comarca que están dividido en el siguiente orden, 16,31 % pertenece a *Pinus halepensis*, el 16 % a *Pinus sylvestris*, 11,12% *Pinus nigra*, el 21,57% a mezcla de bosque de frondosas y coníferas.

Los aprovechamientos forestales de conífera se reparten de la siguiente manera: *Pinus halepensis* 4.910,36 t m.s., de *Pinus sylvestris* 4.816,58 t m.s., de *Pinus nigra* 3.346,75 t m.s. y 6.497,97 t m.s. provienen de otras coníferas.

La comarca del Bajo Aragón, dispone de una superficie de 1.304 km<sup>2</sup> → 130.400 ha, de la que solo el 16% corresponde a zona forestal, es decir 208,64 km<sup>2</sup> → 20.864 ha, esto se debe a que la mayoría del suelo corresponde a agrícola, ya que hay grandes extensiones de olivos, melocotoneros y almendros.

La única especie arbórea conífera que se aprovecha es el *Pinus sylvestris*, aunque también hay grupos reducidos de *Pinus pinaster* que se encuentran en la población de Alcañiz, más en concreto en "la estanca" pero su aprovechamiento maderero es despreciable, por ello la cantidad de toneladas de materia seca de *Pinus sylvestris* que se aprovechan anualmente es de 2.230,24.

### 2.3 BIOMASA PROCEDENTE DE INDUSTRIA MADERERA

Tanto en la comarca del Bajo Aragón como en la del Matarraña no hay gran desarrollo de industria maderera, por lo que la cantidad de los aprovechamientos madereros destinados a estas es pequeño, al igual que los residuos generados por estas y que pueden ser aprovechados por la planta también son escasos, además las pequeñas empresas que hay reutilizan sus propios recursos como combustible, por ellos solo se obtienen para la planta los siguientes.

En la comarca del Bajo Aragón se obtiene:

- Alcañiz.

Tabla 9: recursos provenientes de la industria en Alcañiz. Fuente: BioRaise

|                                                                        | RECURSOS DISPONIBLES (t m.s./año) |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Industria de la madera (subproducto de madera no tratado químicamente) | 95,70                             |
| Industria de la madera (otros subproductos)                            | 48,29                             |

- Calanda.

No dispone de industria maderera.

- Alcorisa.

Tabla 10: recursos provenientes de la industria en Alcorisa. Fuente: BioRaise

|                                                                        | RECURSOS DISPONIBLES (t m.s./año) |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Industria de la madera (subproducto de madera no tratado químicamente) | 23,45                             |
| Industria de la madera (otros subproductos)                            | 54,73                             |

- Castelseras.

No dispone de industria maderera.

- Aguaviva y Mas de las Matas.

No disponen de industria maderera.

- La Codoñera, Torrevellilla y La Ginebrosa.

No disponen de industria maderera.

- Vladealgorfa.

No dispone de industria maderera.

En la comarca del Matarraña se obtiene:

- Mazaleón, valdeltormo, La Fresneda y Valjunquera.

Tabla 11: Recursos provenientes de industria de los pueblos de Mazaleón, valdeltormo, La Fresneda y Valjunquera. Fuente: BioRaise.

|                                                                        | RECURSOS DISPONIBLES (t m.s./año) |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Industria de la madera (subproducto de madera no tratado químicamente) | 15,18                             |
| Industria de la madera (otros subproductos)                            | 35,41                             |

- Calaceite y Arens de Lledo.

No disponen de industria maderera.

- Valdealgorfa.

No dispone de industria maderera

- Valderrobles y Beceite.

Tabla 12: Recursos provenientes de la industria de los pueblos de Valderrobles y Beceite. Fuente: BioRaise

|                                                                        | RECURSOS DISPONIBLES (t m.s./año) |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Industria de la madera (subproducto de madera no tratado químicamente) | 8,27                              |
| Industria de la madera (otros subproductos)                            | 19,32                             |

- Fuentespalda y Peñarroya de tastavins.

No dispone de industria maderera.

- Monroyo y Torres de Arcas.

No disponen de industria maderera.

Se han juntado los pueblos a la hora de mirar las diferentes industrias por proximidad y de esta manera abarcar toda la superficie de las comarcas.

### **3. BIOMASA TOTAL DISPONIBLE PARA LA PLANTA.**

La biomasa total disponible para la planta será la suma del material proveniente de biomasa forestal y de la biomasa residual que procede de la industria de primera transformación.

La biomasa proveniente directamente del monte se dividirá en dos, por un lado lo proveniente de tratamientos silvícolas y por otro la biomasa residual procedente de la masa forestal arbolada.

#### **3.1 COMPETENCIA.**

Se incorporan las empresas de la zona que trabajan con la materia prima de la zona, realmente no hay una gran cantidad de empresas que manejen el producto, pero aun así se han de tener en cuenta.

- CARFEGUI S.L: empresa ubicada en Alcañiz, se dedica a la fabricación de productos de madera, corcho y espartería.
- CARPINTERIA HERNANDEZ MEMBRADO S.L: empresa ubicada en Alcorisa de construcción de estructuras de madera y piezas de carpintería y ebanistería para la construcción.
- CARPINTERIA JOPE S.L: empresa pequeña ubicada en Alcañiz de fabricación de artículos de corcho, cestería y piezas de madera.
- CARPINTERIA Y MUEBLES DEL BAJO ARAGÓN S.L.L: empresa ubicada en el Mas de las Matas, se dedica a la fabricación de estructuras de maderas, piezas de carpintería y ebanistería.
- COGULLA S.L: ubicada en Monroyo, se dedica a la fabricación de envases y embalajes de madera.
- ENVASE ESPORT S.L: ubicada en Alcañiz se dedica a la fabricación de envases y embalajes de madera.
- HERMANOS GIL MATA S.L: ubicada en Valdeltormo se dedica a la fabricación de estructuras de maderas, piezas de carpintería y ebanistería.
- MADERAS ARIÑO S.L: situada en Calanda, se dedica a la fabricación de envases y embalajes.
- MONCAR BAJO ARAGON S.L: ubicada en Alcañiz, se dedica a la fabricación de productos de madera, corcho, cestería y espartería.
- PACK UN BOIS: en Alcañiz, se dedica a la fabricación de envases y embalajes.
- QUINVER TRES S.L: en Alcañiz se dedica a la fabricación de estructuras de maderas, piezas de carpintería y ebanistería.
- VALLE DEL EBRO ENVASES Y PALETS S.L: en Alcañiz, fabricación de envases y embalajes.

- CARPINTERIA SANZ S.L: situada en Alcañiz, se dedica a la fabricación de estructuras de maderas, piezas de carpintería y ebanistería.

Se ha realizado una encuesta con las empresas de las zonas para comprobar la cantidad de madera que usan y así tener en cuenta la cantidad de la que se dispondrá. No usan las coníferas de la zona por carecer de la calidad necesaria para su labor, excepto los pies mayores de 25 cm de *Pinus sylvestris* y *Pinus nigra* Las empresas de embalajes sí que utilizan la madera de *Pinus nigra*.

### 3.2 COSTES DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE

Gracias a la herramienta BioRaise, se saben unos costes fijados para los residuos forestales y los residuos procedentes de la industria. Teniendo en cuenta que la planta se sitúa en la localidad de Alcañiz, los costes son los siguientes:

- Residuos industriales: precio medio puerta fabricada (€/t m.s.)= 29,46 €
- Residuos forestales: coste medio recolección + transporte (€/t m.s.)= 47,50+7,09= 54,59 €

### 3.3 COSTE DE LA MATERIA PRIMA

La materia prima tendrá un precio que dependerá de la especie. Con los datos obtenidos del Gobierno de Aragón de subastas de madera en el año 2014, se elabora una tabla con las tres especies que se utiliza en la planta y con los últimos precios disponibles.

Tabla 13: Precio de la madera. Fuente: Elaboración propia

| ESPECIE                 | PRECIO (€/Tn) |
|-------------------------|---------------|
| <i>Pinus sylvestris</i> | 35            |
| <i>Pinus nigra</i>      | 36            |
| <i>Pinus halepensis</i> | 33            |

### 3.4 DISPONIBILIDAD TOTAL DE MATERIA PRIMA PROCEDENTE DEL MONTE.

Como se ha dicho antes, la disponibilidad de materia prima es alta, ya que las empresas de la zona solo usan diámetros superiores a los 25 cm de *Pinus nigra* y *Pinus sylvestris*.

Los montes de la zona son de masa semi-regular, se empezó hace unos años a realizar la gestión de los montes por lo que el material que se saca es de la siguiente forma, según los forestales de la zona con lo que se ha hablado:

- De *Pinus sylvestris*: el 70% son claras y el 30 % son cortas, de este, el 20% son residuos, es decir ramas de la corta, que pueden ser usadas en la planta. Los pies que provienen de la corta serán usados en la industria maderera de la zona. El material proveniente de las claras y de los residuos serán aprovechados en la planta.
- De *Pinus nigra*: el 65% son claras y el 35% son cortas, de este, el 20% son residuos. El material proveniente de claras y de los residuos serán aprovechados en la planta.

- De *Pinus halepensis*: no importa su aprovechamiento, ya que la madera no tiene uso industrial. El 80% se realiza por clara y el 20% por corta. La cantidad a recibir será un 40% del total extraído ya que le resto se lo reparten entre las empresas dedicadas a la fabricación de embalajes.

Tabla 14: Recursos procedentes del monte desglosado. Fuente: propia

|                         | TOTAL DE APROVECHAMIENTO t m.s. | CLARAS t m.s. | CORTAS t m.s. |          |
|-------------------------|---------------------------------|---------------|---------------|----------|
|                         |                                 |               | FUSTE         | RESIDUOS |
| <i>Pinus sylvestris</i> | 7.046,82                        | 4.932,774     | 1.691,24      | 422,80   |
| <i>Pinus nigra</i>      | 3.346,75                        | 2.175,387     | 1.171,36      | 234,27   |
| <i>Pinus halepensis</i> | 4.910,36                        | 3.928,288     | 982,07        |          |

Total de materia a recibir en la planta:

Tabla 15: Recursos que se recibirán en planta procedentes del monte. Fuente: propia

|                         | CLARAS t m.s.    | RESIDUOS DE CORTAS t m.s. |
|-------------------------|------------------|---------------------------|
| <i>Pinus sylvestris</i> | 4.932,774        | 422,80                    |
| <i>Pinus nigra</i>      | 2.175,387        | 234,27                    |
| <i>Pinus halepensis</i> | 1.571,315        | 392,82                    |
| <b>TOTAL</b>            | <b>8.679,476</b> | <b>1.049,89</b>           |

#### 4. ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE PELLETS.

La materia prima que se ha estimado, esta medida en toneladas de materia seca, por lo que se debe pasar a un 50% de humedad que es como llegara del monte, y habrá que calcular la producción con la madera con una humedad máxima del 10% para realizar el pellet de calidad como se busca en la planta.

Tabla 16: producción de pellet. Fuente: propia

| MATERIA PRIMA                                 | CANTIDAD DISPONIBLE t m.s. | CANTIDAD DISPONIBLE t al 50% h | PRODUCCIÓN DE PELLET t al 10% |
|-----------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Tratamientos silvícolas (claras...)           | 8.679,476                  | 13.019,21                      | 9.547,423                     |
| Residuos forestales de cortas                 | 1.049,89                   | 1.574,83                       | 1.154,879                     |
| Residuos procedentes de la industria maderera | 134,33                     | 201,49                         | 147,763                       |
| <b>TOTAL</b>                                  | <b>9.863,696</b>           | <b>14.795,53</b>               | <b>10.850,065</b>             |

El valor total no será la cantidad total que salga al mercado, ya que parte se usara en la propia industria para alimentar el secadero.

#### 4.1 EL CONSUMO DE MATERIAL EN EL SECADERO

En el secadero se usara el material que no pase las cribas, de esta manera no se generaran residuos y se logra una reducción de gastos energéticos.

La máquina que se usa para realizar el serrín, genera un una cantidad aproximada de 20% de finos que son rechazados en el cribado, esta cantidad es menor que las trituradoras convencionales, este rechazo se volverá a triturar para que las perdidas sean mínimas, quedando un 10% aproximadamente de desperfectos que se usaran en el secadero como combustible, es decir 1.085,006 t.

Se parte de una cantidad de 9.863,696 t m.s./año → 14.795,53 t al 50% humedad → 13.809,174 t al 40% humedad para llegar a 10.850,065 t al 10% de humedad, con lo que se han de eliminar 2.959,109 t de agua.

Según marca la teoría, se necesita 620 kcal para eliminar 1 kg de agua en condiciones normales, así pues sabiendo la cantidad de agua que se debe eliminar, se obtiene:

$$2.959.109 \text{ kg de agua} \times 620 \text{ kcal/1 kg agua} = 1.834.647.580 \text{ kcal}$$

La caldera que va en el secador de tambor rotatorio tiene un rendimiento del 85% por lo que se necesitara una energía para eliminar:

$$1.834.647.580 \text{ kcal}/0,85 = 2.158.408.917,64 \text{ kcal}$$

Sabiendo que 1 kWh equivale a 860 kcal, se puede obtener la energía necesaria que debe aportar la caldera en el sistema rotatorio para eliminar esa cantidad de agua.

$$2.158.408.917,64/860 = 2.509.777,81 \text{ kWh}$$

Esta es la energía que se debe aportar a la caldera, para ello, sabiendo que 1 kg de biomasa de conífera aporta 5,46 kWh, el total de kilogramos necesarios será:

$$2.509.777,81/5,46 = 459.666,26 \text{ kg de biomasa.}$$

Los residuos nos aportaran:

$$1.085.006 \text{ kg de residuos} \times 5,46 \text{ kWh/kg} = 5.924.132,76 \text{ kWh}$$

Gracias a los residuos que no pasen las cribas, se autoabastecerá la caldera del secadero, sin necesitar usar los pellets que se fabriquen en la planta.

#### 4.2 PRODUCCIÓN DE LA PLANTA

La biomasa que llega del secadero y que ha pasado la criba, es el 80% en la primera pasada, y el 20% se vuelve a pasar por la trituradora quedando solo un 10 % de desperfectos, el total de serrín que pasa a la peletizadora es de 11.718,070 t al 12%.

La criba que se realiza es de 3mm, tamaño necesario para la realización de pellet de calidad como se pretende, de cualquiera de las dos calidades que marca ENplus-A, así que a la hora de realizar de una u otra calidad se tomara estos porcentajes:

- ENplus-A1: es el pellet de mayor calidad y el que más se producirá, este pellet va destinado para edificios de gran tamaño, así como para viviendas cuyos propietarios buscan la mejor calidad, por ello el 60% de la producción será con esta categoría, es decir:

7030,842 tn al 12% h → 6.510,039 tn al 10% de pellets de la calidad ENplus-A1.

- ENplus-A2: es el pellet con una calidad inferior a la anterior, pero sigue siendo pellet de calidad, su uso va destinado a edificios de gran tamaño, viviendas que busquen calidad y precio, e industria por lo que se destinara un 40% de la producción a esta calidad.

4.687,228 tn al 12% h → 4.340,026 tn al 10% h de pellets de calidad ENplus-A2

#### 5. RESUMEN

Tabla 17: Resumen producción anual. Fuente: Elaboración propia.

|                                      |                   |
|--------------------------------------|-------------------|
| t m.s. disponibles/año               | 9.863,696         |
| t al 50% h disponibles/año           | 14.795,53         |
| t al 12% h disponibles/año           | 11.718,070        |
| t de pellet ENplus-A1 al 10%/año     | 7.030,842         |
| t de pellet ENplus-A2 al 10%/año     | 4.340,026         |
| <b>t totales de producción anual</b> | <b>10.850,065</b> |



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE UNA PLANTA PELETIZADORA DE BIOMASA CON  
CONTROL DE CALIDAD EN EL MUNICIPIO DE ALCAÑIZ (TERUEL)

# **ANEJO 8: PROGRAMA PRODUCTIVO**

**Grado de Ingeniería Forestal: Industrias forestales**

**AUTOR: PABLO AVELLANAS JAEN  
ESCUELA INGENIERÍAS AGRARIAS. SORIA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**JULIO 2015**

## **ANEJO 8. PROGRAMA PRODUCTIVO**

### **1. INTRODUCCIÓN**

---

### **2. HORARIO DE LA PRODUCCIÓN**

---

### **3. PRODUCCIÓN**

---

### **4. CONSUMO DE MATERIA PRIMA**

---

### **5. RESUMEN**

---

**5.1 RESIDUOS FORESTALES**

**5.2 TRATAMIENTOS SILVÍCOLAS**

**5.3 RESIDUOS INDUSTRIA MADERERA**

**5.4 TOTAL CAMIONES POR DÍA**

### **6. SALIDA DEL PRODUCTO TERMINADO**

---

**6.1 SACOS 15 KG**

**6.2 A GRANEL**

**6.3 BIG BAG**

**6.4 TOTAL DE CAMIONES SALIENTES**

### **7. DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO**

---

## **ANEJO 8: PROGRAMA PRODUCTIVO**

### **1. INTRODUCCIÓN**

En este anejo se va a describir horarios de funcionamiento de la planta, la producción media y tareas del personal de la planta.

### **2. HORARIO DE LA PRODUCCIÓN**

El suministro de la materia prima se realizará de forma continua durante todo el año exceptuando el mes de agosto en el que se paran las labores de trabajo en el monte.

Se ha de optimizar la producción para que esta sea continua a lo largo de todo el año. Para ello la planta funcionara 16 horas diarias ininterrumpidas, de esta manera se evitara parones de la maquinaria.

Durante el mes de agosto se hará una parada coincidiendo con la parada de suministro de la materia prima y que durante este mes la demanda del producto será menor. De esta manera se dará vacaciones a los trabajadores de la planta y se aprovechará para realizar las operaciones de limpieza y mantenimiento de la maquinaria de la planta.

Así pues en un año se trabajaran 365 días-31 días del mes de agosto= 334 días/año que al dividirlos en semanas salen, 334 días /7 días (semana) = 47 semanas y 4 días. Se considera que de la semana, se trabajaran 5 días, manteniendo el fin de semana como descanso.

De esta manera quedan 239 días laborables, que equivalen a 3824 horas de trabajo al año.

### **3. PRODUCCIÓN**

Como se ha comprobado en el “anejo 6: Producción de la planta”, la producción anual de pellets es de 10.850,065 toneladas.

Sabiendo las horas de producción tanto anuales como diarias se puede calcular la producción por hora y por día.

- La producción media por hora:

$$\frac{10.850,065 \text{ t/año}}{3.824 \text{ h/año}} = 2,837 \text{ toneladas de pellet por hora.}$$

- La producción media por día:

$$\frac{10.850,065 \text{ t/año}}{239 \text{ días/año}} = 45,39 \text{ toneladas de pellet al día}$$

#### 4. CONSUMO DE MATERIA PRIMA

A la planta llega un total de 14.795,53 toneladas de materia prima con una humedad del 50% como se ha dicho en el “anejo 7: Producción de la planta”. De esta manera se calculara el consumo de materia diariamente y por hora.

- Consumo por hora:

$$\frac{14.795,53 \text{ t/año}}{3824 \text{ h/año}} = 3,869 \text{ toneladas materia prima a la hora}$$

- Consumo por día:

$$\frac{14.795,53 \text{ t/año}}{239 \text{ h/año}} = 61,905 \text{ toneladas materia prima por día}$$

#### 5. ENTRADA DE MATERIA PRIMA

Tabla 1: Entrada de materia prima a la planta de forma anual. Fuente: propia

| MATERIA PRIMA                             | CANTIDAD CON UN 50% h |
|-------------------------------------------|-----------------------|
| Residuos forestales de cortas             | 1.574,83              |
| Tratamiento silvícolas                    | 13.019,21             |
| Restos provenientes de industria maderera | 201,49                |
| TOTAL                                     | 14.795,53             |

La llegada de la materia prima a la planta será mediante camiones ya que no hay ningún otro acceso a la localidad de Alcañiz. Los camiones tendrán una capacidad de 50 m<sup>3</sup>.

##### 5.1 RESIDUOS FORESTALES:

Se tiene en cuenta que la madera está a una humedad del 50% cuando llega a la planta, por ello hay que tener en cuenta la densidad y el coeficiente de apilado, para el cálculo de la densidad al 50% de humedad se usa el ábaco de Kollman.

El *Pinus sylvestris* tiene una densidad al 50% de 0,720 t/m<sup>3</sup>, el *Pinus nigra* su densidad es de 0,780 t/m<sup>3</sup> y para el *Pinus halepensis* es de 0,980 t/m<sup>3</sup>.

En el transporte de la materia prima, hay que tener en cuenta, es el coeficiente de apilado, que para el caso de las coníferas tiene un valor de 0,7, así pues, se estima un volumen de 35 m<sup>3</sup>/camión.

Se calculan el número de camiones necesarios para transportar la materia prima procedente de los residuos forestales:

- Nº camiones/día de *Pinus sylvestris*:  $\frac{422,80 \text{ t}}{239 \text{ días} * \frac{0,720 \text{ t}}{\text{m}^3} * \frac{35 \text{ m}^3}{\text{camión}}} = 0,070 \text{ camiones/día}$

- Nº camiones/día de *Pinus nigra*:  $\frac{234,27 t}{239 \text{ días} * \frac{0,780t}{m^3} * \frac{35m^3}{\text{camión}}} = 0,036 \text{ camiones/día}$
- Nº camiones/día de *Pinus halepensis*:  $\frac{982,07 t}{239 \text{ días} * \frac{0,980t}{m^3} * \frac{35m^3}{\text{camión}}} = 0,12 \text{ camiones/día}$

## 5.2 TRATAMIENTO SILVÍCOLAS

Los cálculos son:

- Nº camiones/día de *Pinus sylvestris*:  $\frac{4.932,774 t}{239 \text{ días} * \frac{0,720t}{m^3} * \frac{35m^3}{\text{camión}}} = 0,82 \text{ camiones/día}$
- Nº camiones/día de *Pinus nigra*:  $\frac{2.175,387 t}{239 \text{ días} * \frac{0,780t}{m^3} * \frac{35m^3}{\text{camión}}} = 0,034 \text{ camiones/día}$
- Nº camiones/día de *Pinus halepensis*:  $\frac{1.571,315 t}{239 \text{ días} * \frac{0,980t}{m^3} * \frac{35m^3}{\text{camión}}} = 0,2 \text{ camiones/día}$

## 5.3 RESIDUOS INDUSTRIA MADERERA

La densidad para este caso es menor ya que la materia prima llega con menos humedad. Para el caso de coníferas, la densidad media se marca en una media de 0,36 t/m<sup>3</sup>. También hay que tener en cuenta que en este caso el volumen que se aprovecha del camión es el total, es decir, los 50 m<sup>3</sup>.

- Nº camiones/día de residuo de industria:  $\frac{147,763t}{239 * \frac{0,36t}{m^3} * \frac{50m^3}{\text{camión}}} = 0,035 \text{ camiones/día}$

## 5.4 TOTAL CAMIONES POR DÍA

- Nº total camiones que entran por día= 0,36+0,070+0,12+0,82+0,034+0,2+0,035= **1,64 camiones/día → 2 camiones/día**

## 6. SALIDA DEL PRODUCTO TERMINADO

Ahora se va a comprobar los camiones que se necesitaran para dar salida al producto finalizado desde la planta. Como se ha dicho, la forma de comerciar será de tres tipos, mediante sacos de 15 kg, a granel o Big Bag. Los camiones que se usaran para este caso van a ser de la misma capacidad que los anteriores, es decir 50 m<sup>3</sup>.

La producción que es de 10.850,065 tn, se divide en un 50% como sacos de 15 kg, un 40 % de venta a granel, y un 10% en Big Bag, se comercializara tan poco de esta última manera ya que son pocas empresas o agricultores/ganaderos que quieren este tipo de venta y se almacenan en el mismo sitio que a granel.

La distribución quedara de esta manera:

- Sacos de 15 kg → 5.425,032 tn
- A granel → 4.340,026 tn
- Big Bag → 1.085,006 tn

### 6.1 SACOS 15 KG

Los sacos se almacenan como ya se ha dicho en palés, y se venderán como tal. Cada palé contendrá 70 sacos.

Los palés tienen unas dimensiones de 1 m de ancho por 1 m de largo por 0,25 m de alto, es decir una superficie de 1 m<sup>2</sup>.

Por otro lado los camiones tienen una dimensión de 2,4 m de ancho por 8,4 m de largo por 2,5 m de alto, es decir una superficie de 20,16 m<sup>2</sup>.

La producción de sacos es de 5.075,032 t lo que equivale a un total de 325.502 sacos anuales, si cada palé son 70, se necesitara un total de 4650 palés.

En cada camión:

- Capacidad de palés/camión:  $20,16 \text{ m}^2 / \text{camión} * 1 \text{ palé} / 1 \text{ m}^2 = 20 \text{ palés/camión}$ , es decir cada camión transportara 20 palés/ camión\*70 kg/palé\*15 kg/saco= 21 t/camión.

Saldrán al día:

- Nº camiones/día:  $\frac{5.425,32t}{239 * \frac{21t}{\text{camión}}} = 1,08 \text{ camiones/día}$

### 6.2 A GRANEL

La producción a granel es de t, la capacidad de los camiones es de 20 t por lo que el número de camiones diarios es:

- Nº camiones/día:  $\frac{4.340,026t}{239 \text{ días} * 20 \frac{t}{\text{camión}}} = 0,90 \text{ camiones/día}$

### 6.3 BIG BAG

Este modelo de comercio del producto final no será necesario el transporte, ya que se hará por encargo y serán los compradores los que se encargaran de venir a por los sacos.

### 6.4 TOTAL DE CAMIONES SALIENTES

Así pues el número de camiones que saldrán de la planta con los pellets en sus diferentes maneras de comercialización es:

- **Nº total de camiones salientes/día: 0,90+1,08= 1,98 → 2 camiones/día**

## **7. DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO**

Como ya se ha comentado, la planta tiene un funcionamiento de 16 horas diarias, durante 239 días del año. La planta tiene un funcionamiento automatizado. Se realizarán dos turnos de trabajo de 8 horas cada uno, en cada uno será necesario tres operarios que trabajen en la cadena de producción del pellet, haciendo que todo vaya de forma correcta. A continuación se va a describir los diferentes puestos y funciones:

- Operario encargado de utilizar la pala cargadora que transporte del almacén a la cadena de producción la materia prima. Se requieren dos trabajadores para cubrir los dos turnos de 8 horas.
- Control de la cadena de producción, para esto se necesita a un trabajador por cada turno, cuya función será la de controlar cada una de las máquinas para que realicen su función de forma correcta, evitar problemas y en el caso que aparezca alguno que sea capaz de solventarlo de la forma más breve para no retrasar o paralizar la producción. Lo realizará desde la sala de producción, donde comprobará las diferentes pantallas de ordenador.
- Para la labor de ensacado y paletizado se precisa de dos operarios, uno por turno, cuya labor será la del uso de la carretilla para la organización de los sacos de pellets sobre los palés, y la organización de estos para facilitar la carga en los camiones. También deberá comprobar el llenado de los silos, que no se atasquen y la capacidad.
- Gerente/ingeniero, que se encargará de la planificación de la producción, de la contabilidad, hacer que se cumplan las normas dentro de la planta, así como el control de la calidad del producto mediante las mediciones con el NIR y diversas pruebas de quemado en laboratorio. También se encargará de la compra de los residuos de la industria como de ir a las subastas de la zona. Solo será necesario en un turno.
- Para las labores de control de salida del producto y entrada de la materia prima, así como lleva al día los contratos, la contabilidad se contará con un administrativo que realizará un turno de 8 horas al día.
- Por último habrá un encargado de dar a conocer y vender el producto, de captar clientes, ser el representante de la empresa en las diferentes ferias que se realicen, esta persona será el comercial y llevará un turno de 8 horas diarias.

Así pues se comprueba que al día se requiere un total de nueve trabajadores.

Los únicos puestos que se han de cubrir obligatoriamente los dos turnos para el buen funcionamiento de la planta son los encargados de alimentar las máquinas con el producto y ensaca y paletiza, y el que controla la cadena de producción, de esta manera se logra que la producción sea continua durante las 16 horas diarias.

El resto de puestos no es necesario cubrir los dos turnos, aunque el gerente/ingeniero en caso de ser requerido por algún problema que pueda ocurrir con el producto acabado o que surja algún problema que los operarios no puedan solventar, deberá poder acudir en la mayor brevedad a la planta para solucionar dichos problemas.



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE UNA PLANTA PELETIZADORA DE BIOMASA CON  
CONTROL DE CALIDAD EN EL MUNICIPIO DE ALCAÑIZ (TERUEL)

**ANEJO 9:  
DIMENSIONADO DE LA PLANTA Y SUS  
DIFERENTES PARTES**

**Grado de Ingeniería Forestal: Industrias forestales**

**AUTOR: PABLO AVELLANAS JAEN  
ESCUELA INGENIERÍAS AGRARIAS. SORIA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**JULIO 2015**

## **ANEJO 9. DIMENSIONADO DE LA PLANTA Y SUS DIFERENTES PARTES**

### **1. INTRODUCCIÓN**

---

### **2. SILOS Y ALMACENES**

---

#### **2.1 TOLVAS**

2.1.1 TOLVA DE SERRÍN HUMEDO

2.1.2 TOLVA DE SERRÍN EN SECO

#### **2.2 SILO**

**2.3 ALMACÉN DEL PRODUCTO FINAL INTERIOR**

**2.4 ALMACÉN DE MATERIA PRIMA**

### **3. DIMENSIONES DE LAS DEPENDENCIAS**

---

### **4. MAQUINARIA**

---

**4.1 TRITURADORA DE SERRÍN**

**4.2 MEZCLADOR**

**4.3 SECADERO**

**4.4 CRIBADORAS**

4.4.1 TAMIZADORA

4.4.2 COLECTOR DE POLVO

**4.5 CALDERA DE BIOMASA**

**4.6 PELETIZADORA**

**4.7 ENFRIADOR DE PELLETS**

**4.8 ENSACADORA**

**4.9 PALETIZADORA**

**4.10 CINTA TRANSPORTADORA**

**4.11 PALA CARGADORA**

**4.12 CARRETILLA ELEVADORA**

**4.13 SILOS**

4.13.1 TOLVAS

4.13.2 SILOS

### **5. RESUMEN**

---

## **ANEJO 9. DIMENSIONADO DE LA PLANTA Y SUS DIFERENTES PARTES**

### **1. INTRODUCCIÓN**

Una vez calculada la dimensión de la producción anual, se va a realizar el estudio del diseño de la planta y sus diferentes partes de acuerdo con la producción de pellets, la distribución y superficie que ocupara la máquina y las especificaciones de cada máquina a instalar.

### **2. SILOS Y ALMACENES**

Los silos y almacenes tienen la función de salvaguardar tanto la materia prima, el producto procesado y los pellets, es decir el producto final y también tienen la función de evitar la parada de producción en caso de fallo en alguna de las etapas productivas.

La producción diaria se ha calculado en el anejo anterior y es 45,39 t/día, es decir 22,695 t/turno y tomando una densidad media de 480 kg/m<sup>3</sup> del subproducto, se realizan los cálculos para los diferentes silos.

#### **2.1 TOLVAS**

Se distinguen dos tipos de tolvas, que dependen del material que vayan a guardar. Por un lado estará la tolva que guardará el serrín que sale de la trituradora con un 40% de humedad, y por otro habrá una tolva que guarde el material después del secado y antes de la pelitizadora, con una humedad del 12% que es como sale la materia del secadero.

Cada una de las tolvas tendrá un dimensionado diferente, cuyos datos se representan a continuación.

##### **2.1.1 TOLVA DE SERRÍN HUMEDO**

En esta tolva se mantendrá el material triturado, es decir el serrín, con una humedad del 40%. Es importante que la tolva siempre disponga de material para que la producción sea continua y no haya paradas.

Se ha de tener en cuenta que el producto final va a tener una humedad del 10%, por lo que se debe contar con esa diferencia del 30% de humedad para el cálculo de las dimensiones de las tolvas, ya que de esta manera se asegura que siempre haya producto para la cadena de producción.

$$X t - 0,3 X t = 22,695 t$$

$$0,70 X t = 22,695 t$$

$$X t = 32,42 t$$

La densidad media del material del que está hecho el serrín es  $480 \text{ kg/m}^3$ , así pues sabiendo las toneladas que se necesitan almacenar, se calcula el volumen necesario:

$$\rho = M/V \rightarrow V = M/\rho$$

- $\rho$  = densidad del producto
- M = masa para la producción
- V = volumen requerido

$$V = \frac{32.421,42 \text{ kg}}{480 \text{ kg/m}^3} = 67,54 \text{ m}^3$$

### 2.1.2 TOLVA DE SERRÍN EN SECO.

Se dispondrá de una tolva entre los pasos del secado y el peletizado, de esta manera se asegurara una producción continua en caso de que fallase alguna de las etapas previas al peletizado.

En este caso la humedad en la que bien la materia es del 12% y como se ha dicho la humedad final es del 10%, por lo que se ha de tener en cuenta esa diferencia del 2% para el cálculo del dimensionado de la tolva como el caso anterior.

$$X t - 0,02 X t = 22,695 \text{ t}$$

$$0,98 X t = 22,695 \text{ t}$$

$$X t = 23,15 \text{ t}$$

Siguiendo el paso anterior, con la densidad de la materia en serrín que es de  $480 \text{ kg/m}^3$  y sabiendo las toneladas necesarias, se calcula el volumen requerido:

$$V = \frac{23.158,16 \text{ kg}}{480 \text{ kg/m}^3} = 48,24 \text{ m}^3$$

## 2.2 SILO

Para almacenar el producto final a granel y Big Bag, ya que los sacos de este tipo de comercialización se llenaran en el momento que se venga a recoger, se usa un silo, ya que no es necesario la etapa de ensacado y paletizado.

El silo está preparado para la carga directa sobre los camiones y sacos.

El silo tiene que tener la capacidad de almacenar lo equivalente a una producción semanal, para no quedarse sin producto, así pues la dimensión del silo se calcula con la misma fórmula que antes, pero con una masa equivalente a una semana productiva. La producción para granel y Big Bag equivale a un 50% de la producción total, es decir, de 45,39 t que se producen al día, 22,69 t serán guardadas en el silo, lo que a la semana viene a ser 113,475 t

Como se fabrican pellets de las dos calidades marcadas por ENplus, se requieren de dos silos diferenciados para guardar los diferentes tipos.

La densidad del pellet de calidad es superior a los 600 kg/m<sup>3</sup>, pero para la realización de los silos se tomara una densidad de 800 kg/m<sup>3</sup>

- Para ENplus-A1: la producción es del 60% para esta calidad, por lo que se requiere un silo para una capacidad de 68,08 t.

$$V = \frac{68.085kg}{800 kg/m^3} = 85,10 \rightarrow 90 m^3$$

- Para ENplus-A2: la producción es del 40% para esta calidad, por lo que se requiere un silo para una capacidad de 30,64 t.

$$V = \frac{45.390kg}{800 kg/m^3} = 56,73 \rightarrow 60 m^3$$

Los silos tendrán las siguientes dimensiones:

Tabla 1: dimensionado de los silos. Fuente: elaboración propia

| CAPACIDAD         | ALTURA | DIAMETRO |
|-------------------|--------|----------|
| 60 m <sup>3</sup> | 6,7 m  | 3,4 m    |
| 45 m <sup>3</sup> | 6,4 m  | 3 m      |

Un silo de 90 m<sup>3</sup> seria de medidas muy grandes, por lo que se opta por dos de 45 m<sup>3</sup>, siendo más fácil el manejo, limpieza o cualquier operación que se requiera en él.

Las dimensiones de los silos hacen imposible que se encuentren en el interior de la planta por lo que se colocaran en el exterior.

### 2.3 ALMACÉN DEL PRODUCTO FINAL INTERIOR

En este almacén se guardara los sacos de 15 kg que estarán colocados sobre palés de 70 sacos cada uno y una superficie de 1 m<sup>2</sup>, aunque para la distribución y el manejo por el almacén sea eficiente se dejara una separación entre palés de 0,3 m, y cada dos palés de ancho se deja 2 metros, para facilitar el trabajo del operario responsable del almacén.

Debe poderse almacenar la producción de una semana, es decir 113,475 t → 7565 sacos → 108 palés.

La distribución será de 5 filas de un ancho de dos palés cada fila, con una longitud de 10 palés, es decir cada fila está compuesta por un total de 20 palés. La anchura de los palés estará separa por 0,3 m, y el ancho entre filas será de 2 m. El total de la superficie necesaria será:

$$10 \text{ palés} \times 1.3 \text{ m} \times 2 = 26 \text{ m}^2$$

$$26 \times 5 = 130 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} &4 \text{ pasillos} \times 2 \text{ de ancho} \times 13 \text{ de largo} = 104 \text{ m}^2 \\ &130 + 104 = 234 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

En caso de que no saliese todo el producto, el entrante se colocara en una segunda altura.

#### **2.4 ALMACÉN DE MATERIA PRIMA**

La materia prima una vez que llega a la planta se almacenara a resguardo para evitar el ataque de agentes climáticos, biológicos, etc.

Habrà dos áreas diferenciadas en el almacén, por un lado donde ira toda la materia proveniente del monte, y por otro lado un espacio para la materia que proceda como residuo de industria. No se realizaran dos almacenes distintos ya que la cantidad que llega de industria es ínfima.

Como se ha visto en el anejo anterior, el consumo por hora es de 3,869 t con una densidad media de 480 kg/m<sup>3</sup>, lo que quiere decir que se consume un volumen:

$$V = \frac{3869 \text{ kg}}{480 \text{ kg/m}^3} = 8,06 \text{ m}^3$$

El almacén debe de ser lo bastante grande como para abarcar toda la materia prima de una semana, que habiendo calculado en el anejo anterior la entrada de camiones con la materia prima y sus volúmenes se calcula que entra 232,75 m<sup>3</sup>.

Como se ha comentado se guardara la materia prima procedente del monte y la procedente de la industria maderera, de la primera llega a la semana 224 m<sup>3</sup>/semanales y de la segunda tan solo 8,75 m<sup>3</sup>/semanales, por lo que debido al pequeño volumen de la segunda, la separación será mediante placas metálicas.

El almacén tendrá unas dimensiones de 15 m de largo por 5 m de ancho y por 4 m de alto, dentro de este se dejara limitado un cuadrado de 2 m de largo por 1,5 de ancho y por 4 m de alto es decir 12 m<sup>3</sup> para abarcar el material que provenga de la industria maderera.

La altura de la nave es de 8 m por lo que no hay problema en la dimensión de la altura

El almacén se hace más grande por si hubiera excedente de material y a la vez poder cumplir con el coeficiente de seguridad para estos casos que es de 1,2.

A la semana se consumen 204,285 t de la materia por lo que siempre habrá producto almacenado.

### 3. DIMENSIONES DE LAS DEPENDENCIAS

Tabla 2: dimensionado de la planta y sus dependencias. Fuente: elaboración propia.

| DEPENDENCIA                   | DIMENSIONES |           | SUPERFICIE (m <sup>2</sup> ) |
|-------------------------------|-------------|-----------|------------------------------|
|                               | LARGO (m)   | ANCHO (m) |                              |
| ALMACÉN MATERIA PRIMA         | 15          | 5         | 75                           |
| SALA DE PRODUCCIÓN            | 28          | 25        | 756                          |
| ALMACÉN PRODUCTO TERMINADO    | 15          | 16        | 240                          |
| OFICINA/SALA DE REUNIONES X 2 | 5           | 3         | 30 (15+15)                   |
| VESTUARIO/ASEO MASCULINO      | 4           | 3         | 12                           |
| VESTUARIO/ASEO FEMENINO       | 4           | 3         | 12                           |
| LABORATORIO                   | 10          | 5         | 50                           |
| CUARTO PARA UTENSILIOS        | 1,5         | 1         | 1,5                          |
| <b>TOTAL</b>                  |             |           | <b>1.176,5</b>               |

### 4. MAQUINARIA

Las diferentes maquinas necesarias para la producción de los pellets se representan en los siguientes apartados. Se hará una descripción de las especificaciones técnicas y económicas de cada una de ellas.

Todas la información ha sido suministrada por comerciales de diferentes casas atendiendo a la necesidades de la planta, siempre se podra optar por otras de otras marcas con las mismas características.

Se utilizan marcas europeas de confianza.

#### 4.1 TRITURADORA DE SERRÍN

La trituradora de serrín Linnerman modelo 300BM. Es la única empresa que realiza esta máquina.

Especificaciones técnicas:

Tabla 3: Especificaciones técnicas trituradora Linnerman. Fuente: Elaboración propia.

|                             |                      |
|-----------------------------|----------------------|
| TRITURADORA LINNEMAN 300 BM |                      |
| BOCA DE ENTRADA             | 300x300 mm           |
| MOTOR                       | 98 kW                |
| PRODUCCIÓN                  | 25 m <sup>3</sup> /h |
| CINTA TRANSPORTADORA        | 300x3500 mm          |
| PESO                        | 3,7 t                |
| LARGO                       | 3.000 mm             |
| ANCHO                       | 1.340 mm             |
| ALTO                        | 2.050                |
| PRECIO                      | 180.000 €            |
| UNIDADES                    | 1                    |

La trituradora está fabricada con acero y aluminio, trabaja con un sistema hidráulico por las cuatro caras.

Se elige esta máquina porque permite descortezar y triturar a serrín en un solo paso con lo que se ahorra un paso en la producción, que conlleva más espacio, más presupuesto y más tiempo.

Permite graduar las dimensiones del material saliente, que va desde 5,0 mm hasta 0,25 mm. Es capaz de triturar cualquier material, desde madera de desecho, ramas, tocones...

#### 4.2 MEZCLADOR

Mezcladora Multimix (correctores) de la marca SEGRA & TRITUSAN, o similar. Se precisa de 1 unidad.

Figura 1: Esquema de la mezcladora. Fuente: catálogo SEGRA.

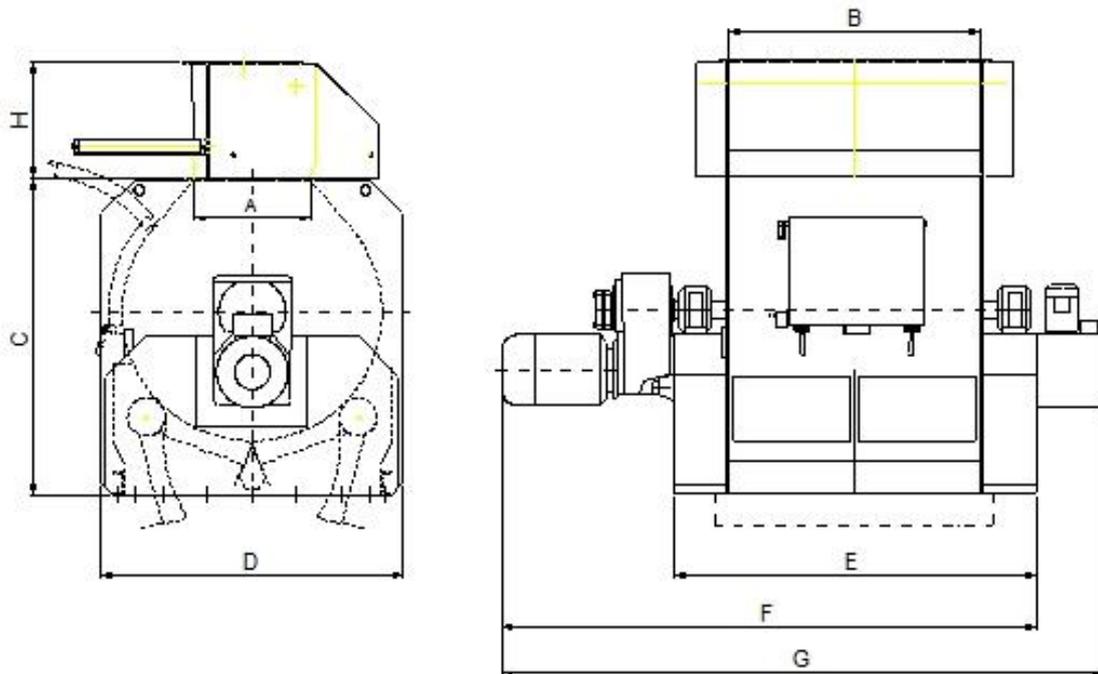


Tabla 4: Dimensionado de la mezcladora. Fuente: Catálogo SERGA

| TIPO  | DIMENSIONES DEL ESQUEMA EN mm. |       |       |       |       |       |       |                      |
|-------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|
|       | A                              | B     | C     | D     | E     | F     | G     | H<br>Puerta<br>bomba |
| 2.000 | 700                            | 1.500 | 1.900 | 1.800 | 2.160 | 3.240 | 3.700 | 700                  |

Características de la mezcladora:

- Dispone de doble eje.
- Capacidad de 2.000 a 16.000 litros.

- Homogeneidad: CV < 5% a 1:100.000 en dos minutos.
- Sin rincones muertos, con lo que la contaminación cruzada es mínima, muy importante para realizar los pellets de calidad.
- Potencia de 30 kW.
- Llenado nominal al 70% del volumen de la mezcladora.
- Puertas bombas hasta debajo de las placas base para minimizar la contaminación.
- Amplias puertas bomba de apertura a 60 grados.
- Golpeadores en las puertas bomba para descarga total.
- Palanca de cierre en la puerta bomba para evitar aberturas ante pérdidas de presión.
- Juntas de acero contra acero que evitan escapes.
- Palas reajustables e intercambiables.
- Posibilidad de adición de altos porcentajes de líquidos y polvos.
- Inicio del proceso cuando la carga se ha completado.
- Amplia puerta de acceso para limpieza.
- Sistema de accionamiento que no requiere mantenimiento.
- Sincronización de los ejes de la mezcladora mediante eje Cardan.
- Construcción de acero inoxidable.
- Aislamiento.
- Controlador de frecuencia para el accionamiento.

El precio es de 11.000 €.

#### 4.3 SECADERO

Secadero de tambor rotatorio de la marca KMEC, o similar. Se precisa de 1 unidad.

Parámetros técnicos:

Tabla 5: Parámetros técnicos secadero de tambor rotatorio KMEC. Fuente: Catálogo KMEC.

| Modelo | Diámetro (mm) | Longitud (m) | Potencia (kW) | Velocidad de rotación (r/min) | Capacidad (t/h) | Ángulo |
|--------|---------------|--------------|---------------|-------------------------------|-----------------|--------|
|        |               |              |               |                               |                 |        |

|      |     |    |         |       |       |     |
|------|-----|----|---------|-------|-------|-----|
| HZG8 | 800 | 10 | 5,5-7,5 | 0,6-6 | 1,5-3 | 3-5 |
|------|-----|----|---------|-------|-------|-----|

Es un secadero de tambor rotario, en el que el material se distribuye de forma homogénea mediante un rastrillo y con ayuda de las aspas que están situadas estratégicamente, elevan el serrín provocando que el aire caliente que va de forma contracorriente pase de forma uniforme.

La temperatura del aire es controlada mediante un termostato para lograr el grado de humedad final deseado. Para calentar el aire se usa una caldera que es alimentada con los residuos generados por la planta.

El aire se introduce mediante un ventilador, el uso del aire en contracorriente facilita y acelera el secado del serrín, y a medida que se va secando el producto el rastrillo va moviendo el material hasta la válvula de descarga.

Es un proceso totalmente automatizado, con un bajo consumo de energía eléctrica. Se trabaja con temperaturas de 250 a 350°. Dispone de sistema anti-incendios.

El precio de este secador es de 210.000 euros y se dispone de una revisión anual por parte de los técnicos de la casa.

#### 4.4 CRIBADORAS

Se tienen dos tipos.

##### 4.4.1 TAMIZADORA

Tamizadora VZ (Van Aarsen) de la marca SEGRA & TRITUSAN, o similar. Se precisa una unidad. La primera se coloca después del secadero y la otra después del peletizado.

Figura 2: Esquema tamizadora VZ. Fuente: Catálogo SEGRA.

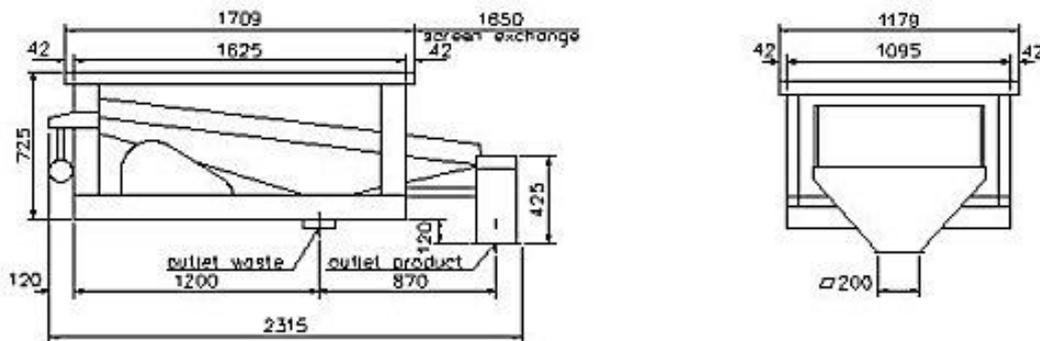


Tabla 6: Dimensiones tamizadora VZ. Fuente: Elaboración propia

| DIMENSIONES    |          |
|----------------|----------|
| LONGITUD TOTAL | 2.315 mm |
| ANCHURA TOTAL  | 1.179 mm |
| ALTURA TOTAL   | 845 mm   |

Tabla 7: Especificaciones técnicas tamizadora VZ. Fuente: Catálogo SEGRA.

|                        | VZ800x2000 |
|------------------------|------------|
| PESO. kg               | 500        |
| POTENCIA DEL MOTOR. kW | 1,1        |
| VELOCIDAD A 50 Hz. rpm | 1.500      |
| VELOCIDAD A 60 Hz. rpm | 1.800      |
| CAPACIDAD. t/h         | 1-15       |
| GRÁNULOS Ø 3-5 mm      | 2,5 x 60   |
| GRÁNULOS Ø 6-7 mm      | 5,0 x 20   |

Características de la tamizadora VZ:

- Está formada por resortes helicoidales.
- Contiene dos motores vibrantes excéntricos, montados en una estructura transversal colocada por debajo de la placa de alimentación, que genera las vibraciones necesarias.
- Dispone tres tejidos de criba, dos de ellos juntos y en el depósito, y otro en la salida.
- No produce emisiones de polvo. Dispone de un aspirador que recoge el polvo y lo guarda para eliminarlo de una forma segura.
- Realizado en acero inoxidable.
- Aislado.
- Acople de separador magnético. Elimina los metales en una eficiencia del  $\geq 99\%$

El precio de cada uno de los tamizados es de 4.000 €.

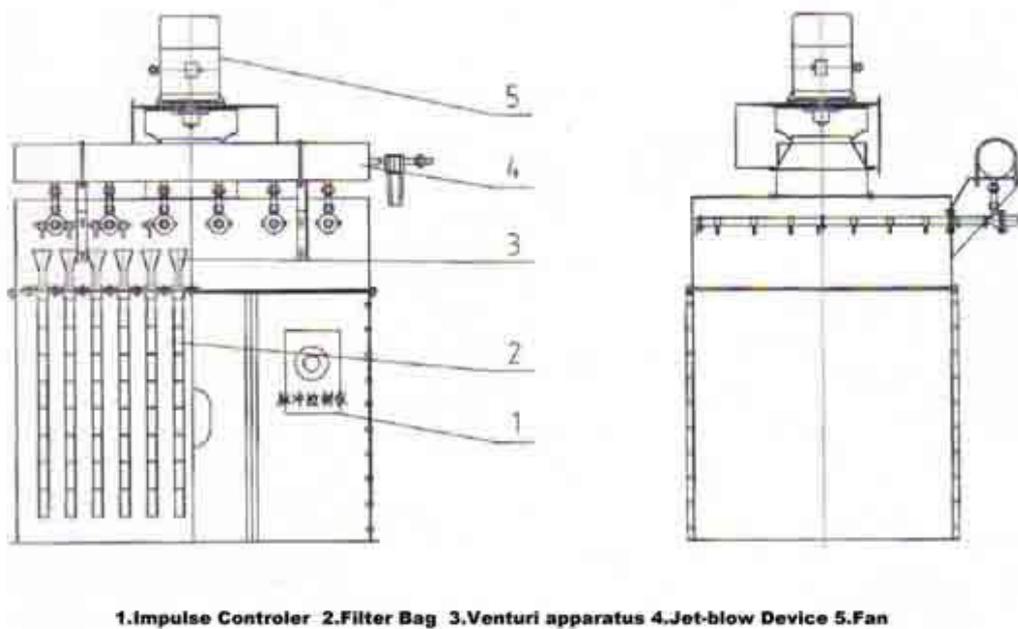
#### 4.4.2 COLECTOR DE POLVO

Se opta por la colocación de un Colector de polvo – serie TBLMY de la marca KMCE, o similar, ya que durante el proceso se generan polvos que pueden influir de forma negativa sobre el producto final, por lo que gracias a este dispositivo se extraen y se recogen de una forma fácil para luego ser eliminados. El ciclón tiene la forma de caja, con un dispositivo único de soplado. Se precisan 2.

Características:

- Estructura compacta, el separador de polvo requiere un espacio mínimo.
- Gran área de filtrado, más del 99% del polvo puede ser removido.
- Gracias al ventilador de tiro y el colector el proceso se ve amplificado respecto a otros colectores.
- Con la válvula de solenoide, el requerimiento de aire a presión es menor, por lo que el consumo de aire es menor.
- Reacción neumático, con fácil desmontaje y mantenimiento.
- Dispone de filtro que permite recoger desechos del producto.

Figura 3: Esquema colector de polvo. Fuente: Catálogo KMEC.



Datos técnicos:

Tabla 8: Datos técnicos colector de polvo TBLM9. Fuente: Catálogo KMEC

| Modelo | Nº de bolsas (piezas) | Área de filtrado (m <sup>2</sup> ) | Capacidad Eólica (m <sup>3</sup> /h) | Presión de aire comprimido (Pa) | Tiempo de impulso | Intervalos de impulso (min) | Potencia (kW) | Rendimiento de filtrado (%) |
|--------|-----------------------|------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------|---------------|-----------------------------|
| TBLM9  | 9                     | 9                                  | 1.900-2.700                          | 0,5-0,7                         | 0,03-0,2          | 1,3-26                      | 2,2           | 99,9                        |

| Modelo | Dimensiones (mm) |
|--------|------------------|
| TBLM9  | 175 x 85 x 180   |

Precio 36.000 €.

#### 4.5 CALDERA DE BIOMASA

Se acoplará al secadero de tambor rotativo, en él se quemarán los residuos procedentes de la fabricación de los pellets, con lo que se generará el calor necesario para el aire del secadero. La caldera es el modelo RF-110 de la casa "PelletSolución", o similar. Se precisa 1 unidad.

Tabla 9: Características de la caldera de biomasa. Fuente: Catálogo "Pelletsolución".

| CARACTERÍSTICAS DE LA CALDERA DE BIOMASA |               |
|------------------------------------------|---------------|
| DIMENSIONES (m)                          | 4,5 x 2 x 1,5 |
| POTENCIA (kW)                            | 18            |
| CAPACIDAD DE EVAPORACIÓN                 | 1,2-1,5 t     |
| COMBUSTIBLE                              | BIOMASA       |
| PCI MEDIO DEL COMBUSTIBLE                | 4.500 Kcal/kg |
| RENDIMIENTO                              | 85 ± 5%       |

La caldera dispone de parrillas móviles, un extractor de cenizas en húmedo, auto limpieza, permite graduar la potencia de la caldera según las necesidades oportunas.

El precio de la máquina es de 95.000 euros.

#### 4.6 PELETIZADORA

Se opta por la peletizadora modelo PS-XGJ850 de la casa “PelletSolución”, o similar. Se precisa 1 unidad.

Especificaciones técnicas:

Tabla 10: Especificaciones técnicas peletizadora PS-XGJ580. Fuente: Catálogo “Pelletsolución”.

|                    |                   |
|--------------------|-------------------|
| PRODUCCIÓN         | 2-3 t/h           |
| PESO               | 7 t               |
| DIMENSIONES (mm)   | 2.900X1.300X2.400 |
| POTENCIA           | 160 kW            |
| DIÁMETRO           | 900 mm            |
| NÚMERO DE RODILLOS | 5                 |
| PELLET             | 4-12 mm           |
| PRECIO             | 105.000 €         |

Dispone además de una matriz anular vertical con doble refuerzo, certificado CE, rodamientos de alta carga dinámica para poder trabajar en situaciones difíciles, está fabricado aluminio y acero, contiene compuerta para que en caso de atasco de la maquina se pueda solucionar de forma sencilla, los dosificadores son regulables para colocar las dimensiones deseadas tanto en diámetro como en longitud y dispone de sistema de seguridad para que en caso de sobrecargas se pare automáticamente la máquina.

#### 4.7 ENFRIADOR DE PELLETS

Se opta por el enfriador de pellets modelo PSKLN2.5 de la casa “PelletSolución”, o similar. Se precisa 1 unidad.

Especificaciones técnicas:

Tabla 11: Especificaciones técnicas. Fuente: Catálogo “Pelletsolución”.

|                             |                                  |
|-----------------------------|----------------------------------|
| PRODUCCIÓN (t/h)            | 3-5                              |
| CAPACIDAD (CBM)             | 2,5                              |
| TIEMPO ENFRIADO             | NO MENOR DE 10 MINUTOS           |
| TEMPERATURA (°C)            | TEMPERATURA AMBIENTE + 3-5°C     |
| POTENCIA (kW)               | 11                               |
| VOLUMEN (m <sup>3</sup> /h) | 135.000                          |
| PRESIÓN VIENTO              | MAYOR DE 200 mm H <sub>2</sub> O |
| POTENCIA FAN (Kw)           | 11                               |
| AIR-LOCK                    | TFGFZ9                           |
| DIMENSIONES (mm)            | 2.100 x 1.966 x 2.870            |
| PESO (kg)                   | 1.790                            |

Enfría mediante contador de flujo, dispone de tres rejillas de vaciado, interior realizado de acero inoxidable, lleva incorporado air lock, fan, cyclone y tolva de descarga, sistema de descarga automático.

Su precio es de 24.000 €

#### 4.8 ENSACADORA

Se opta por la ensacadora termoselladora Y-35 de “Pelletsolución”, o similar.

Información técnica del termosellado:

Tabla 12: Información técnica del termosellado. Fuente: Catálogo “Pelletsolución”.

|                   |                        |
|-------------------|------------------------|
| POTENCIA ESTANDAR | 220V/50Hz              |
| POTENCIA          | 500W                   |
| VELOCIDAD         | 0-13 m/min (REGULABLE) |
| LONGITUD          | SIN LIMITE (REGULABLE) |
| ANCHURA           | 6-13 mm (REGULABLE)    |
| TEMPERATURA       | 0-300° (REGULABLE)     |
| LETRAS DE EMESIÓN | ≤39 pcs                |

Información técnica de la ensacadora:

Tabla 13: Información técnica de la ensacadora. Fuente: Catálogo “Pelletsolución”.

|                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| CAPACIDAD (kg/bolsa) | 5-20               |
| POTENCIA kW          | 0,75               |
| DIMENSIONES (m)      | 2,85 x 1,78 x 4,75 |
| PESO (kg)            | 390                |

Permite ajustar el peso de forma automática, una vez se llene la bolsa cae al transportador inferior y la dirige al sellador que cierra la bolsa. Todo el proceso esta automatizado.

Dispone de control electrónico, variación en la velocidad, separador de las bolsas mediante sensor de calor, la longitud de la costura no es limitada y permite imprimir el tiempo de producción con escritura clara y precisa.

Se puede regular entre la función de cierre por calor o por sellado de costura.

El precio es de 9.000 €.

#### 4.9 PALETIZADORA

Se opta por una paletizadora compacta automática Serie AC-200 de la marca PREMIER TECH CHRONOS, o similar. Se precisa de 1 unidad.

Información técnica:

Tabla 14: Información técnica de la paletizadora Serie AC-200. Fuente: Catálogo PREMIER TECH CHRONOS.

|                  |                       |
|------------------|-----------------------|
| DIMENSIONES (mm) | 5.051 x 3.207 x 4.750 |
| PRODUCCIÓN       | Hasta 500 sacos/h     |
| POTENCIA         | 4 kW                  |

Combina el paletizado robotico con el tradicional, incluye una pinza automática que coloca con precisión las bolsas sobre el palé. Utiliza un sistema de 4 ejes para recoger las bolsas desde el transportador de recogida. La carga y descarga de los palés se hace de forma automática.

Sistema con diversos patrones de apilamiento, componentes estándar para fácil mantenimiento, los controles de seguridad ubicados en el punto de salida del palé.

Su precio es de 18.000 €.

#### 4.10 CINTA TRANSPORTADORA

Se opta por la cinta transportadora TKB-06 de la marca +Kepak, o similar.

Características de la cinta:

Tabla 15: Características de la cinta transportadora TKB-06. Fuente: Catálogo +Kepak.

|                                        |                             |
|----------------------------------------|-----------------------------|
| LONGITUD ENTRE CENTROS DE TAMBORES (L) | 300 a 8.000 mm              |
| ANCHO DE BANDA (A)                     | 60 a 800 mm                 |
| DIÁMETRO DE TAMBOR MOTRIZ              | 60 mm                       |
| DIÁMETRO DE TAMBOR TENSOR              | 60 mm                       |
| MOTORIZACIÓN                           | EXTREMA, INFERIOR Y CENTRAL |
| POTENCIA                               | 1,5 kW                      |
| BASTIDOR                               | ACERO Y ALUMINIO            |
| GUÍAS LATERALES                        | FIJAS O REGULABLES          |
| CAPACIDAD DE CARGA MÁXIMA              | 80 kg/m                     |
| PIES                                   | REGULABLES ± 50 mm          |
| PRECIO                                 | 1.200 €/m                   |

Descripción de la cinta:

- Cinta de transporte para cargas medias.
- Permite la unión entre maquinas.
- Permite la unión con tolvas.
- Pies de soporte y guías laterales.

- Regulación por sistema electrónico de la velocidad.
- Opción de cubierta para evitar la generación de polvo.

#### 4.11 PALA CARGADORA

Se opta por la pala cargadora compacta 262D de la marca CATERPILLAR, "CAT", o similar. Se precisa de 1 unidad.

Especificaciones técnicas:

Tabla 16: Especificaciones técnicas pala cargadora 262D marca CAT. Fuente: Catálogo CATERPILLER

|                                                                    |                        |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------|
| MODELO DE MOTOR                                                    | Cat C3.3B DIT (Turbo)  |
| POTENCIA                                                           | 55,4 kW                |
| CILINDRADA                                                         | 120,0 mm               |
| PESO                                                               | 3.634 kg               |
| CAPACIDAD DE CARGA                                                 | 1.225 kg               |
| CAPACIDAD DE CARGA CON CONTRAPESO                                  | 1.338 kg               |
| DIMENSIONES                                                        |                        |
| DISTANCIA ENTRE EJES                                               | 1.249 mm               |
| LONGITUD CON EL CUCHARON APOYADO                                   | 3.714 mm               |
| LONGITUD SIN CUCHARON                                              | 2.995 mm               |
| ALTURA HASTA PARTE SUPERIOR DE LA CABINA                           | 2.110 mm               |
| MÁXIMA ALTURA DE TRABAJO                                           | 3.172 mm               |
| ANCHURA ENTRE NEUMÁTICOS                                           | 1.676 mm               |
| ÁNGULO DE RECOGIDA DEL CUCHARÓN EN LA POSICIÓN MÁXIMA DE ELEVACIÓN | 84°                    |
| ÁNGULO DE DESCARGA MÁXIMO                                          | 26°                    |
| SISTEMA HIDRÁULICO                                                 |                        |
| CAUDAL HIDRÁULICO                                                  | ESTÁNDAR               |
| PRESIÓN HIDRÁULICA DE LA PALA                                      | 23.000 kPa             |
| POTENCIA HIDRÁULICA                                                | 33,0 kW                |
| CABINA                                                             |                        |
| ESTRUCTURA ROPS                                                    | ISO 3471:2008          |
| FOPS                                                               | ISO 3449:2005 nivel I  |
| ESTRUCTURA FOPS, nivel II                                          | ISO 3449:2005 nivel II |
| TREN DE POTENCIA                                                   |                        |
| VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO DE MARCHA ADELANTE CON 2º VELOCIDAD    | 17,7 km/h              |
| VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO MARCHA ATRÁS CON 2º VELOCIDAD          | 17,7 km/h              |
| CAPACIDAD DE LLENADO DE SERVICIO                                   |                        |
| CÁRTER DE LA CADENA (en cada lado)                                 | 12,7 L                 |
| CÁRTER DEL MOTOR                                                   | 11 L                   |
| DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE                                            | 94 L                   |
| DEPÓSITO HIDRÁULICO                                                | 39 L                   |

Características:

- La cabina se encuentra presurizada que aporta mayor higiene, menor ruido y mejor visibilidad.
- El motor dispone de control electrónico que cumple con la normativa de emisiones Stage IIIB de la UE.
- Sistema de nivelación inteligente y sistema de integración.
- Pantalla avanzada para facilitar el control de la máquina.
- Cámara de visión trasera.
- Acceso desde el suelo a los puntos de mantenimiento diarios.

Equipo con el que viene la pala cargadora:

- Sistema eléctrico de 12 voltios.
- Batería de servicio pesado.
- Sistema de seguridad y bloqueo de palancas.
- Sistema hidráulico auxiliar de flujo continuo.
- Contrapesos externos.
- Se escoge el cucharón de material ligero.

El precio de la pala cargadora es de 98.000 €

#### 4.12 CARRETILLA ELEVADORA

Se opta por una carretilla Mitsubishi FD15NTD, de la marca Mitsubishi, o similar. Se precisa de una unidad.

Especificaciones técnicas:

Tabla 17: Especificaciones técnicas de la carretilla elevadora Mitsubishi FD15NTD. Fuente: Catálogo Mitsubishi.

|                        |                              |
|------------------------|------------------------------|
| MÁSTIL                 | SIMPLE                       |
| REPLEGADO              | 2.200 mm                     |
| ELEVACIÓN              | 3.000 mm                     |
| CAPACIDAD DE ELEVACIÓN | 1.500 kg                     |
| HORQUILLAS             | 1.100                        |
| MOTOR                  | DIESEL MITSUBISHI S4Q2, 28kW |
| RUEDAS                 | SUPER ELASTICAS NEGRAS       |
| PRECIO                 | 21.175 €                     |

#### **4.13 SILOS**

##### **4.13.1 TOLVAS**

Para el interior, para almacenar el serrín húmedo y seco se va a optar por tolvas de la marca Silotec, o similar. Son tolvas de tejido técnico que permiten almacenar mayor cantidad en menor volumen sin estropear la materia. Se realizan por encargo, para el serrín húmedo que son 44,2 t se encarga uno cuyas dimensiones son 4,2 metros de ancho por 4,2 metros de largo por 4 metros de alto. Para el serrín seco que es 31,58 t se encarga uno de 3,5 metros de ancho por 3,5 metros de largo por 4 metros de alto.

Tienen armazón de acero de alta calidad que está protegido contra el galvanizado, el tejido dispone varias costuras de seguridad (no inferior a 6). Protección contra el desgaste. La sección es rectangular para poder aprovechar el máximo del espacio, dispone de dos salidas del material. El sistema de toma permite conectar a cualquier dispositivo aspirante.

Las tolvas vienen además con tubo de llenado con conexión a tierra integrada, boquilla para llenado manual, revisión de serie, medición electrónica de nivel, dispositivo de conmutación automatizado.

La zona de descarga se puede acoplar a cintas transportadoras o maquinaria.

El precio de las tolvas es de 4.100 € la de 44,2t y 3.600 € la de 31,58 t.

#### 4.13.2 SILOS

En el exterior se colocaran los silos de los pellets de venta a granel o Big Bag, facilitando la carga en camiones o sacos de 1000 kg, aparte se colocan en el exterior por su gran tamaño en altura.

Los silos serán de la marca Symaga, o similar. Se dispondrán 3 silos, para el pellet de calidad ENplus-A1 se necesitan dos de 45 m<sup>3</sup>, para el pellet de calidad ENplus-A2 se necesita uno de 60 m<sup>3</sup>.

Figura 4: Esquema de los silos. Fuente: Catálogo Symaga.

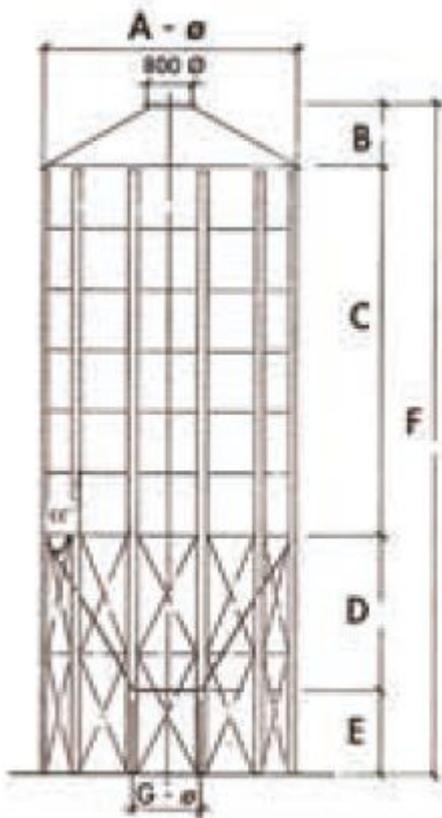


Tabla 18: Dimensiones de los silos. Fuente: Catálogo Symaga.

| Calidad de Pellet | Código      | A (mm) | B (mm) | C (mm) | D (mm) |
|-------------------|-------------|--------|--------|--------|--------|
| ENplus-A1         | SCE300/8T45 | 3.050  | 690    | 9.120  | 1.325  |
| ENplus-A2         | SCE300/4T45 | 3.050  | 690    | 4.560  | 1.325  |

| E (mm) | F (mm) | G (mm) | $\alpha$ (°) | CAPACIDAD |
|--------|--------|--------|--------------|-----------|
| 1.090  | 9,125  | 400    | 45           | 60,66     |
| 1.090  | 7.765  | 400    | 45           | 46,80     |

Los silos están realizados de acero ondulado galvanizado electrolítico, las uniones se realizan mediante tornillería de alta calidad y masilla, los esfuerzos de fricción son soportadas por refuerzos verticales, se colocan anillo de viento para conferir rigidez, la pared lleva una capa de forrado del cilindro en chapa prelacada para evitar corrosión y lograr aislamiento térmico.

Los silos vienen con escaleras de acceso, puerta en cilindro y techo, cápsula de aireación, sistema de descarga lateral, indicadores de nivel y sensores de temperatura.

Los precios de los silos son:

- Para el pellet de calidad ENplus-A1 → 4.250 €
- Para el pellet de calidad ENplus-A2 → 3.800 €

#### 4.14 ANALIZADOR DE INFRARROJOS “NIR”

Se opta por un NIR de la marca IRIS, el modelo VISUM NIR, o similar. Se requiere de una unidad.

Especificaciones técnicas:

Tabla 19: Especificaciones técnicas del NIR. Fuente: catálogo de IRIS.

|                                   |                                            |
|-----------------------------------|--------------------------------------------|
| SENSOR                            | InGaAS                                     |
| RANGO ESPECTRAL                   | 900-1700 nm                                |
| VELOCIDAD DE ADQUISICIÓN DE DATOS | 30-50 ms                                   |
| RESOLUCIÓN                        | 1-12 nm                                    |
| PESO                              | 6 kg                                       |
| DIMENSIONES                       | 200 x 200 x 150 mm                         |
| IP                                | IP69 O IP69K                               |
| ALIMENTACIÓN                      | 230 V                                      |
| TIEMPO DE VIDA DE FUENTE DE LUZ   | LAMPARA HALÓGENA DUAL: 9.000 h POR LAMPARA |
| OUTPUT                            | CONEXIÓN ETHERNET                          |
| MATERIAL CARCASA                  | ACERO INOXIDABLE 316 L                     |

Características principales:

- Análisis no destructivo.
- Medición en continuo de todas las unidades de producción.
- Análisis en tiempo real para el ajuste inmediato de los parámetros del proceso.
- Medición simultánea de múltiples parámetros.
- Sin necesidad de preparar muestras.

El precio es de 40.000 €.

## 5. RESUMEN.

Tabla 20: Resumen de maquinarias y precios. Fuente: Elaboración propia.

| MAQUINARIA           | PRECIO (€/unidad) |
|----------------------|-------------------|
| Trituradora          | 180.000,00 €      |
| Mezclador            | 11.000,00 €       |
| Secadero             | 210.000,00 €      |
| Tamizadora           | 4.000,00 €        |
| Colector de polvo    | 36.000,00 €       |
| Caldera de biomasa   | 95.000,00 €       |
| Peletizadora         | 105.000,00 €      |
| Enfriador            | 24.000,00€        |
| Ensayadora           | 9.000,00 €        |
| Paletizadora         | 18.000,00 €       |
| Cinta transportadora | 1.200,00 €/m      |
| Pala cargadora       | 98.000,00 €       |
| Carretilla elevadora | 21.175,00 €       |
| Tolva 44,2 t         | 4.100,00 €        |
| Tolva 31,58 t        | 3.600,00 €        |
| Silo para ENplus-A1  | 4.250,00 €        |
| Silo para ENplus-A2  | 3.800 €           |
| NIR                  | 40.000,00 €       |



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE UNA PLANTA PELETIZADORA DE BIOMASA CON  
CONTROL DE CALIDAD EN EL MUNICIPIO DE ALCAÑIZ (TERUEL)

# **ANEJO 10: DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA**

**Grado de Ingeniería Forestal: Industrias forestales**

**AUTOR: PABLO AVELLANAS JAEN  
ESCUELA INGENIERÍAS AGRARIAS. SORIA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**JULIO 2015**

## **ANEJO 10. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA**

### **1. INTRODUCCIÓN**

---

### **2. POLÍGONO**

---

### **3. PARCELA**

---

### **4. NAVE**

---

#### **4.1 CONSTRUCCIÓN DE LA NAVE**

- 4.1.1 ESTRUCTURA
- 4.1.2 CERRAMIENTO
- 4.1.3 TABIQUES
- 4.1.4 PAVIMENTO
- 4.1.5 CUBIERTA
- 4.1.6 VALLADO
- 4.1.7 CARPINTERÍA, CERRAJERÍA Y CRISTALERIA
- 4.1.8 PINTURA

#### **4.2 OBRAS A REALIZAR**

- 4.2.1 OFICINA
- 4.2.2 LABORATORIO
- 4.2.3 CUARTO DE HERRAMIENTAS/LIMPIEZA
- 4.2.4 ALMACENES

## **ANEJO 10: DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA.**

### **1. INTRODUCCIÓN**

En este anejo se va a describir la nave industrial donde se encontrara la planta. En este caso la nave se encuentra en el polígono Pymes, polígono de suelo público que pertenece al Ayuntamiento de Alcañiz.

Toda la información ha sido facilitada por el Ayuntamiento de Alcañiz

### **2. POLÍGONO**

El polígono pertenece al ayuntamiento de Alcañiz, es por lo tanto público. Mediante el programa Fomenta en 2009, se creó el polígono industrial con el fin de dar un empuje al sector industrial en la comarca, ya que es un sector que se encontraba estancado por falta de polígono industrial y falta del interés de las empresas por ir a la zona.

Con la construcción del circuito Motorland, la situación cambio y diversas empresas industriales y diferentes sectores empezaron a interesarse.

El polígono Pymes cuenta con 37 parcelas de las cuales 8 están compradas y 4 alquiladas que van desde los 500 a los 5.000 m<sup>2</sup>. Para acceder a una de estas parcelas debe de ser una empresa nueva e innovadora, ser registrada como Pyme y tener una duración mínima en el caso de alquiler de 10 años.

Hay dos opciones, por un lado se puede optar a comprar la parcela completa, siendo propietario completo y con total derecho sobre ella, también se puede alquilar la parcela, con unas condiciones que son, una duración mínima de 10 años, en caso de necesitar construir en las naves que sean con materiales que se puedan desmontar con facilidad y buscar trabajadores entre los desempleados de la zona.

En el caso de alquiler, se ofrecen subvenciones, y el precio del alquiler va desde los 400 € para las parcelas más pequeñas hasta los 5.000 € para las parcelas más grandes.

Aparte de las parcelas, se dispone de un parking de 100 plazas de coches totalmente gratuito.

### **3. PARCELA**

Se opta por el alquiler de una parcela de 3.500 m<sup>2</sup> cuyo alquiler asciende a 2000€/mes, más tres meses de fianza, es decir 6.000€. En la parcela se encuentra construida una nave de 1200 m<sup>2</sup> que se pasara a describir en el siguiente punto, quedando 900<sup>2</sup> para la colocación de los silos, y siendo zona de carga y descarga.

La parcela tiene una dimensión de 40 m x 50 m, es decir, tiene una forma rectangular.

La zona de carga y descarga esta asfaltada, con hormigón asfáltico templado, ya que el polígono está construido con materiales que intentan ser respetuosos con el medio ambiente.

En ella se encuentra una toma de agua y luz por si fuese necesario instalar alguna máquina o hacer uso de alguna manguera, a parte del alumbrado con el que viene el polígono cque se compone de diversas farolas.

#### **4. NAVE**

La nave está construida con unas dimensiones de 30 m x 40 m, una altura de 8 m. En el interior de la nave se encuentra construido de obra dos aseos/vestuarios de 4 m x 3 m, así como una sala de obra de 5 m x 3 m que será usada como sala de reuniones, con una altura de 3 m.

La nave dispone de instalación eléctrica completa, de aguas, acceso a gas y acceso de teléfono.

#### **4.1 CONSTRUCCIÓN DE LA NAVE**

##### **4.1.1 ESTRUCTURA**

La nave está fabricada con hormigón y metal. En su construcción se usó hormigón HA-25 para la estructura, mientras que para los pilares son de sección circular de hormigón HA-25 con armadura de acero B 500 S con diámetro de 40 cm, pilares de sección circular de acero laminado S275.

Las vigas que usaron para su construcción tienen una sección de doble T hechas de acero laminado S275.

##### **4.1.2 CERRAMIENTO**

El cerramiento de la nave está formado por paneles de hormigón armado en forma de panel de molde macizo de 27 cm de espesor, 12,50 m de anchura y 2,50 m de longitud, dispone de 4 cm de porex capa aislante, Los materiales que forman los paneles son hormigón HP35/B/20, acero pasivo B500S y mallazos B500T.

Tienen otras características como, resistencia al fuego EI 240, aislamiento acústico 59,90 Db. El sistema de apoyo de los paneles se realiza por machihembrado.

##### **4.1.3 TABIQUES**

Los tabiques que forman los habitáculos que hay en el interior de la nave han sido construidos con material aislante al fuego y acústico.

Los tabiques están formados por lana de vidrio que confiere aislante térmico e ignífugo recubierto con doble capa de yeso a cada lado. El grosor total de cada tabique es de 9,8 cm.

Con estos tabiques se forman los dos aseos y la sala que se usara como sala de reuniones.

#### **4.1.4 PAVIMENTO**

Se divide en dos partes, por una el suelo con fin industrial, este está formado por una solera hormigón H-250 reforzado con fibra de acero conforme a la UNE 83.500, ASTM A820.

Esta solera confiere resistencia cortante a compresión y tracción, resistencia eléctrica y térmica, al impacto y permeabilidad.

El pavimento que recubre la solera se realizó mediante un mortero cementoso autonivelante, antideslizantes, antisonoros, resistente a la abrasión y desgaste.

En las dependencias de aseos y sala de reuniones, el pavimento es mediante baldosas de gres de 20x30 cm.

#### **4.1.5 CUBIERTA**

La cubierta está hecha de tipo doble o sándwich, es decir, tiene dos placas metálicas y en el interior va un aislante de fibra de vidrio. Con este tipo de cubierta se controla mejor la temperatura interna y confiere aislante acústico.

Las chapas tienen un acabado galvanizado según la norma UNE 36131 – EN 10142, Z-275.

Las chapas van colocadas sobre correas de tipo Z.

#### **4.1.6 VALLADO**

La parcela está cerrada con un vallado metálico de 2,5 m de altura. Tiene dos puertas, una corredera para acceso de vehículos y otra para acceso de personas.

#### **4.1.7 CARPINTERÍA, CERRAJERÍA Y CRISTALERÍA**

La nave dispone de 3 entradas. La principal es una puerta basculante que dispone de dos entradas, una grande para la entrada de vehículos y otra para la entrada del personal. La puerta está hecha de acero galvanizado, es automática y tiene unas dimensiones de 6.000x6.500 mm. Se sitúa en la parte delantera de la nave.

Las otras puertas son salidas de emergencias cortafuegos practicables realizadas de chapa de acero DX-51 bajo en carbono y galvanizado según la norma EN 10142. Es una doble hoja de 2.065x2.090 mm con un ancho de 2.005 mm.

Una se encuentra en la zona de las dependencias al lado de los aseos y la otra en la zona de almacenaje del producto acabado.

En las estancias construidas tienen puertas de paso ciego con hoja lisa.

La nave dispone de diversas ventanas a lo largo de la nave, son de hoja corredera de aluminio con una dimensión única, de 2,2x1,8 m. En las oficinas se dispone de ventanas más pequeñas con unas dimensiones de 1x1 m.

#### **4.1.8 PINTURA**

La estructura está pintada con esmalte ignífugo PRF de Acabado-M1, el resto de la nave, excepto los habitáculos interiores, están limpiados con salitre y polvo y pintados con pintura a la cal con dos manos en parámetros tanto verticales como horizontales.

Todas las naves del polígono están pintadas de la misma manera y con color blanco y estructura color azul, no se permite el pintar de otro color.

#### **4.2 OBRAS A REALIZAR**

Una de las normas que se ponen en el contrato de alquiler, es que no se pueden realizar obras en el interior de la nave, excepto con materiales fácilmente desmontables, en este caso se realizaran las diferentes habitaciones con PLADUR, que es material fácilmente desmontable en caso de cesar el alquiler.

##### **4.2.1 OFICINA**

Se construye otra sala idéntica a la que viene ya construida por defecto en la nave. Se construirá colindante a la otra, de esta manera se tendrán dos oficinas para poder llevar las labores de administración y poder reunirse.

Para construir esta habitación se utilizan para el cerramiento placas de PLADUR CH 135/600, estas placas están constituidas por una doble capa.

Una está constituida por un alma de yeso reforzado con fibra de vidrio, donde en vez de celulosa se utiliza velos de fibra de vidrio. Está clasificada como A1 (incombustible) cumpliendo la normativa EN 15283-1: GM-FI.

Y otra capa que utiliza lana mineral como aislante junto a un sellador acústico, que confiere el aislante acústico necesario.

Las placas de PLADUR CH 135/600 se venden por m<sup>2</sup> y un espesor de 15 mm, tienen un peso de 13 kg/m<sup>2</sup>

Para el techo se utiliza pladur FON que está formado por diferentes tipos de perforaciones y velos de lana mineral en el dorso que confiere aislamiento acústico. También tendrá un acabado vinílico.

Las placas de pladur FON se vende por m<sup>2</sup> y un espesor de 13 mm, tienen un peso de 9kg/m<sup>2</sup> y tiene un coeficiente de absorción acústica de 0,50-0,60.

Se dispondrá de una puerta de paso ciego de hoja lisa, de una anchura de 1 metro y una altura de 2 metros, como el resto de las dependencias.

El acabado se realizara con pintura blanca.

#### **4.2.2 LABORATORIO**

Esta estancia se construirá colindante a las oficinas, su labor será la de realizar los diferentes ensayos con los pellets para comprobar que se cumplen los criterios de calidad.

El laboratorio tiene una superficie de 50 m<sup>2</sup> con unas dimensiones de 5x10.

La estancia se realizara con los mismos materiales que la oficina, ya que aportaran en su conjunto el aislante térmico, acústico necesario y protección contra incendios ya que es incombustible.

Se dispondrá de una puerta de paso ciego de hoja lisa, de una anchura de 1 metro y una altura de 2 metros, como el resto de las dependencias.

El acabado será con azulejos blancos lisos de 25x25, para hacer más fácil la limpieza.

#### **4.2.3 CUARTO DE HERRAMIENTAS/LIMPIEZA**

La función de este cuarto es la de guardar las herramientas de mano así como los productos de limpieza.

Se dispondrá de una puerta de paso ciego de hoja lisa, de una anchura de 1 metro y una altura de 2 metros, como el resto de las dependencias.

Su dimensionado es de 1,5x1 m.

Se realizara de la misma manera que el resto de las instalaciones.

#### **4.2.4 ALMACENES.**

Los almacenes no estarán cerrados, para permitir el paso de la pala cargadora y de la carretilla elevadora.

Para delimitar las zonas se pintara el suelo con pintura amarilla haciendo una doble línea discontinua.

En el plano de proceso productivo se puede ver entera la planta y como queda



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE UNA PLANTA PELETIZADORA DE BIOMASA CON  
CONTROL DE CALIDAD EN EL MUNICIPIO DE ALCAÑIZ (TERUEL)

# **ANEJO 11: INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO Y FONTANERÍA**

**Grado de Ingeniería Forestal: Industrias forestales**

**AUTOR: PABLO AVELLANAS JAEN  
ESCUELA INGENIERÍAS AGRARIAS. SORIA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**JULIO 2015**

## **ANEJO 11. INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO Y FONTANERÍA**

### **1. INTRODUCCIÓN**

---

### **2. INSTALACIÓN YA CONSTRUIDA DE LA RED DE SANEAMIENTO**

---

#### **2.1 ELEMENTOS**

### **3. INSTALACIÓN DEL LABORATORIO**

---

### **4. CÁLCULO DEL COLECTOR DE SALIDA Y SU ARQUETA**

---

### **5. FONTANERÍA DE LA NAVE**

---

### **6. CONSUMO DE AGUA Y ABASTECIMIENTO**

---

### **7. NECESIDADES DE AGUA**

---

#### **7.1 AGUA FRÍA**

#### **7.2 AGUA CALIENTE**

#### **7.3 DIMENSIONADO**

## **ANEJO 11: INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO Y FONTANERÍA**

### **1. INTRODUCCIÓN**

La nave cuenta con toda la red de saneamiento y fontanería ya instalada, tanto para evacuar las aguas de origen pluvial como las procedentes de consumo humano y actividad industrial como para suministrar agua desde los puntos de abastecimiento. Todas las naves del polígono están unidas a la red de alcantarillado de Alcañiz y disponen de diversos puntos de abastecimiento de agua.

Dado que calcular el laboratorio no cuenta con instalación de fontanería por ser una dependencia de nueva construcción, con lo que aunque haya un punto de agua se ha de calcular el diseño de esta dependencia.

### **2. INSTALACIÓN YA CONSTRUIDA DE LA RED DE SANEAMIENTO**

Todas las naves del polígono vienen con una instalación de saneamiento que está formado por dos sistemas de evacuación.

Por un lado se tiene el sistema para aguas pluviales que está formado por una red de canalones que dirigen el agua hacia las bajantes que es recogida por las arquetas sumideros que mediante unos colectores las vierten en la red general de aguas pluviales.

Para las aguas procedentes de los aseos y laboratorio su eliminación se realiza mediante una red horizontal con arquetas y colectores que llevan el agua a la red de aguas residuales que van a la depuradora de Alcañiz.

#### **2.1 ELEMENTOS**

Se pasa a describir los elementos que forman el sistema de aguas y cuya información ha sido facilitada por el Ayuntamiento de Alcañiz.

- **Bajantes:** recogen tanto las aguas residuales como pluviales que son dirigidas por los canalones. Van ancladas a los parámetros verticales con abrazaderas y se comunican con la arqueta con codos de 45°.
- **Colectores:** se encuentran en una zanja y están colocados sobre una solera de hormigón, en el caso de las que son de aguas residuales van colocadas por debajo de la red de agua limpia, para que en caso de fuga no contamine el suministro de agua limpia.
- **Sumideros:** son de acero inoxidable y todos disponen de sifón extraíble con salida vertical.
- **Sifones:** todos tienen cierres hidráulicos y permiten el paso de la materia que lleve el agua residual, de esta forma se evita que se produzcan atascos y malos olores.
- **Arquetas:** hay de varios tipos, las arquetas sumidero que se encargan de recoger el agua superficial y están comunicadas con otras arquetas que son de tipo sifónico, cuya función es evitar los malos olores, la entrada de estas está por debajo de la salida. La

última variedad son las arquetas de paso, estos se encuentran para conectar dos conductos y permiten hacer cambios de dirección ángulos difíciles, cambios de pendiente...

### 3. INSTALACIÓN DEL LABORATORIO

El laboratorio dispondrá de dos grifos, que deberán de estar conectados a la red de agua potable.

La instalación seguirá las normas del Documento Básico de la Red de Saneamiento HS donde dice que cada unidad de descarga (UDD) equivale a 0,47 L/s.

El laboratorio cuenta como se ha dicho de dos grifos que tiene cada uno un diámetros de los ramales de desagüe de 30 mm, teniendo en cuenta las desviaciones de la pendiente que son del 3%, queda que para los lavabos del laboratorio se usan dos unidades de descarga que con la pendiente del 3% sale un diámetro final de 35 mm.

### 4. CÁLCULO DEL COLECTOR DE SALIDA Y SU ARQUETA.

Al estar todos los elementos en una misma zona de la nave, próximos entre ellos solo hay una línea.

Al introducir los dos lavabos del laboratorio hay que calcular el diámetro final del colector ya que habrá que cambiarlo.

Los cálculos se hacen acorde con el Documento Básico de la Red de Saneamiento HS.

Tabla 1: Caudal total de salida de aguas residuales de la planta. Fuente: Elaboración propia junto Documento HS.

| ELEMENTO             | UDD  | CAUDAL PARCIAL (L/s) |
|----------------------|------|----------------------|
| Lavabo (laboratorio) | 1    | 0,47                 |
| Lavabo (laboratorio) | 1    | 0,47                 |
| Ducha (aseo 1)       | 2    | 0,94                 |
| Lavabo (aseo 1)      | 1    | 0,94                 |
| Inodoro (aseo 1)     | 4    | 1,88                 |
| Ducha (aseo 2)       | 2    | 0,94                 |
| Lavabo (aseo 2)      | 1    | 0,47                 |
| Inodoro (aseo 2)     | 4    | 1,88                 |
| TOTAL                | 7,52 |                      |

El caudal total es de 7,52 L/s por lo que el colector de salida debe tener un diámetro de 125 mm y la dimensión de la arqueta es de 50x50 cm, el colector y la arqueta que disponen las naves son superiores a la necesaria, son de 200 mm y 60x60 por lo que no es necesario realizar ningún cambio.

La línea desembocará en la red de alcantarillado general.

## **5. FONTANERIA DE LA NAVE**

Todas las naves del polígono tienen una instalación en sus aseos de abastecimiento de agua caliente y fría, además de diversos puntos de toma de agua para instalar, si fuera necesario, mayor cantidad de red de tuberías para el suministro de agua.

En el proceso productivo del pellet no se necesita agua, por lo que solo será necesario colocar en este caso en el laboratorio ya que en los aseos está previamente instalado.

La instalación de la que dispone cumple unas características:

- El agua suministrada proviene de la red pública.
- La línea de abastecimiento va enterrada a 40 cm para evitar la rotura de la red de tuberías por las heladas.
- El agua caliente se ajusta a un sistema que proviene de la red de agua fría.
- La red de tuberías de agua limpia como ya se ha comentado irá por encima de la red de tuberías de saneamiento y en los casos que coincidan en vertical, llevan una separación nunca menor a 60 cm, para evitar en todo momento una posible contaminación.
- La red de agua se mantiene siempre a una distancia no inferior de 40 cm respecto de la red eléctrica.
- Las tuberías que se usan son de polipropileno y con pared lisa.
- En cuanto los aseos, los dos disponen de una ducha de tipo plato, un lavabo de tipo pedestal y un inodoro de salida vertical. La grifería que se emplea es de un único mando con regulador de temperatura.

Una de las obligaciones del polígono es que si se necesita ampliar la red, se use el mismo material y deben cumplir que no sean corrosivos y que no altere las características del agua.

Las necesidades de la planta se limitan a tres casos:

1. Uso general de los servicios.
2. Uso para laboratorio.
3. Uso para limpieza mediante mangueras conectadas en tomas de aguas distribuidas por la nave.

## 6. CONSUMO DE AGUA Y ABASTECIMIENTO.

La nave recibe un caudal de 10 L/s con una presión de 3,92 Bar.

El consumo se debe dividir en dos usos, uno para consumo general y otro para uso industrial.

En el caso de uso general, hay que cumplir la normativa básica de instalaciones interiores de suministro de agua que marcan los caudales mínimos a los que debe llegar el agua a los diferentes elementos.

Tabla 2: Caudales mínimos. Fuente: normativa básica de instalaciones interiores de suministro de agua

| ELEMENTO   | CAUDAL MINIMO (L/s) |
|------------|---------------------|
| DUCHA      | 0,15                |
| INODORO    | 0,2                 |
| LAVABO     | 0,1                 |
| CALENTADOR | 0,25                |

Para este uso de agua se tiene dos tomas más de agua, de las cuales sólo se usará una para el laboratorio. La otra no se usará.

En el caso de agua de uso industrial el caudal es de 0,6 L/s. Se disponen de 4 tomas con este caudal, se dispondrá de mangueras para estas salidas de agua para usar en la limpieza de la nave.

Estos puntos se encuentran en el almacén de materia prima, en el de producto terminado, otro en la sala de producción y el último se encuentra en el exterior.

## 7. NECESIDADES DE AGUA

Se sabe que con el caudal y presión con la que llega el agua a la nave, es suficiente para necesidades de la misma. Como se instalan dos lavabos para el laboratorio se realiza la comprobación de que se cumple con el abastecimiento.

### 7.1 AGUA FRÍA

Para el agua de uso general, se tiene los dos aseos, que cada uno cuenta con una ducha un lavabo y un inodoro, y el laboratorio con dos lavabos, por lo que:

Tabla 3: Necesidades de agua fría de uso general. Fuente: Elaboración propia.

| ELEMENTO | NÚMERO | CAUDAL (L/s) | CAUDAL TOTAL (L/s) |
|----------|--------|--------------|--------------------|
| LAVABO   | 4      | 0,1          | 0,4                |
| DUCHA    | 2      | 0,15         | 0,3                |
| INODORO  | 2      | 0,2          | 0,4                |
| TOTAL    | 1,1    |              |                    |

El agua de uso industrial se debe tener en cuenta las 4 tomas de agua que a 0,6 L/s de cada una, da un total de 2,4 L/s.

Es decir el total de necesidad de agua fría para la planta es de 3,5 L/s.

## 7.2 AGUA CALIENTE

El agua caliente solo se usara en las duchas y lavabos, por lo que las necesidades serán inferiores.

Tabla 4: Necesidades agua caliente uso general. Fuente: Elaboración propia.

| ELEMENTO | NÚMERO | CAUDAL (L/s) | CAUDAL TOTAL (L/s) |
|----------|--------|--------------|--------------------|
| LAVABO   | 4      | 0,1          | 0,4                |
| DUCHA    | 2      | 0,15         | 0,3                |
| TOTAL    | 0,7    |              |                    |

El agua de uso industrial no dispone de agua caliente.

## 7.3 DIMENSIONADO

Una vez sabidas las necesidades de agua fría y agua caliente, se ha de calcular el dimensionado correcto teniendo en cuenta el coeficiente de simultaneidad, cuya fórmula es:

$$K = \frac{1}{\sqrt{n-1}}, \text{ siendo "n" el número de grifos.}$$

Una vez que se obtiene la K, se puede calcular el caudal final mediante la fórmula:

$$Q \text{ final} = Q \text{ instantaneo} * K$$

Tabla 5: Caudales finales. Fuente: Elaboración propia.

|                       | CAUDAL INSTANTANEO (L/s) | N | K    | CAUDAL FINAL (L/s) |
|-----------------------|--------------------------|---|------|--------------------|
| AGUA FRIA USO GENERAL | 1,1                      | 8 | 0,37 | 0,407              |
| AGUA USO INDUSTRIAL   | 2,4                      | 4 | 0,5  | 1,2                |
| AGUA CALIENTE         | 0,7                      | 6 | 0,57 | 0,4                |
| TOTAL                 | 4,2                      |   |      | 2,007              |

El abastecimiento es de 10 L/s por lo que se cubren las necesidades.



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE UNA PLANTA PELETIZADORA DE BIOMASA CON  
CONTROL DE CALIDAD EN EL MUNICIPIO DE ALCAÑIZ (TERUEL)

# **ANEJO 12: INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

**Grado de Ingeniería Forestal: Industrias forestales**

**AUTOR: PABLO AVELLANAS JAEN  
ESCUELA INGENIERÍAS AGRARIAS. SORIA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**JULIO 2015**

## **ANEJO 12. INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

### **1. INTRODUCCIÓN**

---

### **2. ILUMINACIÓN, FASE MONOFÁSICA**

---

**2.1 ZONA INDUSTRIAL**

**2.2 ZONA DE OFICINAS, ASEOS Y LABORATORIO**

### **3. INSTALACIÓN DE LA MAQUINARIA**

---

**3.1 POTENCIA REQUERIDA**

**3.2 POTENCIA TOMAS DE CORRIENTE DE 25 A**

**3.3 SISTEMA DE TRITURADO**

3.3.1 TRITURADORA DE SERRÍN

3.3.2 CINTAS TRANSPORTADORAS 1,2 Y 3

3.3.3 TOLVAS DE DESCARGA 1 Y 2

**3.4 SISTEMA DE SECADO**

3.4.1 SECADERO

3.4.2 CINTAS TRANSPORTADORAS 4 Y 5

3.4.3 CALDERA DE BIOMASA

3.4.4 TAMIZADOR 1

**3.5 SISTEMA DE PELETIZADO**

3.5.1 CINTA TRANSPORTADORA 6

3.5.2 COLECTOR DE POLVO

3.5.3 PELETIZADORA

3.5.4 ELEVADOR DE CANGILONES

**3.6 SISTEMA DE ENFRIADO Y EMPAQUETADO**

3.6.1 CINTAS TRANSPORTADORAS 7,8 Y 9

3.6.2 TAMIZADOR 2

3.6.3 ENFRIADOR

3.6.4 DISTRIBUIDOR DE MATERIAL 1 Y 2

3.6.5 CINTAS TRANSPORTADORAS 10,11 Y 12

3.6.6 ENSACADORA

3.6.7 PALETIZADORA

### **4. PROTECCIÓN ELÉCTRICA**

---

## **ANEJO 12. INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

### **1. INTRODUCCIÓN**

Al igual que con la instalación de fontanería y saneamiento, la instalación eléctrica ya está realizada.

Se comprobará en este anejo que la maquinaria se ajusta a la potencia disponible.

### **2. ILUMINACIÓN, FASE MONOFÁSICA**

Se dispone de un sistema de iluminación que incluye tanto el interior de la nave como la zona externa. Este sistema trabaja en monofásico y se disponen de dos líneas.

Por una parte el cuadro general, que abarca las oficinas, aseos, laboratorio, el alumbrado de emergencia y exteriores y tomas de corriente de 16 A de estas zonas. El cuadro secundario se encarga de la iluminación de la zona industrial, es decir, de los almacenes y de la sala de producción, con sus tomas de corriente de 16 A.

#### **2.1 ZONA INDUSTRIAL**

La zona industrial está dispone de un alumbrado formado por lámparas de LED modelo "GentleSpace" de la casa Philips, cuyas características son:

- Cada lámpara está formada por 4 grupos de LED's, tipo BY461P
- Potencia de 292 W.
- Flujo luminoso de 24.000 lm.
- Eficacia lumínica: 82 lm/W en haz medio, 82 lm/W en haz ancho y 91 lm/W en haz largo.
- IRC > 75.
- Vida útil: 75.000 horas a 25°C.
- Tensión de red 230 o 240 V / 50-60 Hz.
- Temperatura operativa -30°C < Ta + 45°C.
- Temperatura de color: blanco neutro 4.000 K.

Se disponen en filas con un ancho de 5 metros entre estas, y una distancia de lámparas de 6 metros. Se encuentran a una altura de 6 metros.

El tendido eléctrico está formado por tubos de PVC aislado rígido de un diámetro de 25 mm.

En el caso de las tomas de corriente de la zona industrial de 16 A, la instalación está formada por tubos de PVC aislado rígido de un diámetro de 16 mm.

Cumpliendo así la normativa de seguridad de las instalaciones eléctricas de baja intensidad.

## 2.1 ZONA DE OFICINAS, ASEOS Y LABORATORIO.

La iluminación de esta zona está constituida por tubos Philips TLD 36 W, RC 85 con 3350 lumen.

Toda la instalación tanto para luz como las tomas de 16 A esta realizada con tubos de PVC aislados rígidos de un diámetro de 12 mm.

En este caso se debe comprobar para el laboratorio, la oficina y el cuarto de almacén, que se cumple la normativa.

En la oficina que se construye con pladur con paredes lisas y de color blanco, se necesitan 12.000 lm, como en la oficina ya construida.

El laboratorio tiene una superficie de 50 m<sup>2</sup>, construido con pladur de paredes lisas y de color blanco, sin ventanas, por lo que se necesitaran 25.000 lm.

El cuarto de almacén o cuarto de herramientas y utensilios de limpieza sólo se colocará una bombilla LED E14 de 4 W, que proporciona 200 lm, que serán más que suficientes para iluminar la sala.

- Potencia:

$$P = (36 \text{ W} \times 4 \text{ tubos de la oficina}) + (36 \text{ W} \times 9 \text{ tubos en el laboratorio}) + (4 \text{ W} \times 1 \text{ bombilla del almacén}) = 472 \text{ W}$$

Factor de correlación, al no conocer el factor, se usa el de sobredimensionado que es 1,8.

$$P_c = 1,8 \times 472 = 849,6 \text{ W}$$

- Intensidad y sección:

$$P_c = 849,6 \text{ W} \quad \text{Tensión} = 230 \text{ V} \quad \text{Factor de potencia} = 0,95$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} \quad I = \frac{849,6}{230 \cdot 0,95} = 3,88 \text{ A}$$

Observando la tabla de la ITC-BT-19, y escogiendo conductores aislados de cobre en tubos de montaje superficial o empotrado en obra:

$$S = 1,5 \times 2 \text{ mm}^2 \quad I_{adm} = 8$$

- La caída de tensión debe de ser inferior a 3% de la tensión nominal, es decir,  $0,03 \times 230 \text{ V} = 6,9 \text{ V}$

$$e = \frac{2 \times L \times P}{C \times S \times V}$$

Siendo:

- e: caída de tensión desde principio a fin de la línea.
- L: Longitud del tendido.
- P: Potencia.
- C: Conductividad del cobre.
- S: Sección de los conductores.
- V: Tensión en voltios.

$$e = \frac{2 \times 16 \times 849,6}{56 \times 1,5 \times 230} = 1,40 \text{ V} < 6,9 \text{ V}$$

Por lo tanto es admisible y se puede realizar.

El tubo elegido es el mismo que el del resto de la obra, de PVC aislado rígido normal, en este caso con un diámetro de 12 mm.

### 3. INSTALACIÓN DE LA MAQUINARIA

La maquinaria trabaja en trifásica, por ello se calcula de manera independiente, formará un cuadro aparte.

#### 3.1 POTENCIA REQUERIDA

Tabla 1: Potencia total en el proceso de trituración. Fuente: elaboración propia.

| <b>SISTEMA DE TRITURADO</b> |                 |                   |
|-----------------------------|-----------------|-------------------|
| MAQUINARIA                  | POTENCIA        | POTENCIA UNITARIA |
| Tolva de descarga (1)       | 4 kW            | 4                 |
| Cinta transportadora (1)    | 1,5 kW          | 1,5               |
| Trituradora de serrín       | 98 kW           | 98                |
| Tolva de descarga (2)       | 4 kW            | 4                 |
| Cinta transportadora (2)    | 1,5 kW          | 1,5               |
| Mezclador                   | 30 kW           | 30                |
| Cinta transportadora (3)    | 1,5 kW          | 1,5               |
| <b>TOTAL</b>                | <b>140,5 kW</b> | <b>140,5</b>      |

Tabla 2: Potencia total en el proceso de secado. Fuente: elaboración propia.

| <b>SISTEMA DE SECADO</b> |                |                   |
|--------------------------|----------------|-------------------|
| MAQUINARIA               | POTENCIA       | POTENCIA UNITARIA |
| Cinta transportadora (4) | 1,5 kW         | 1,5               |
| Secadero de banda        | 7,5 kW         | 7,5               |
| Caldera de biomasa       | 18 kW          | 18                |
| Cinta transportadora (5) | 1,5 kW         | 1,5               |
| Tamizadora (1)           | 1,1 kW         | 1,1               |
| <b>TOTAL</b>             | <b>33,6 kW</b> | <b>33,6</b>       |

Tabla 3: Potencia requerida en el proceso de peletizado. Fuente: Elaboración propia.

| <b>SISTEMA DE PELETIZADO</b> |                 |                   |
|------------------------------|-----------------|-------------------|
| MAQUINARIA                   | POTENCIA        | POTENCIA UNITARIA |
| Cinta transportadora (6)     | 1,5 kW          | 1,5               |
| Colector de polvo            | 2,2 kW          | 2,2               |
| NIR                          |                 |                   |
| Elevador de cangilones       | 1,5 kW          | 1,5               |
| Peletizadora                 | 160 kW          | 160               |
| <b>TOTAL</b>                 | <b>166,5 kW</b> | <b>166,5</b>      |

Tabla 4: Potencia requerida en el proceso de enfriado y empaquetado. Fuente: Elaboración propia.

| <b>SISTEMA DE ENFRIADO Y EMPAQUETADO</b> |                |                   |
|------------------------------------------|----------------|-------------------|
| MAQUINARIA                               | POTENCIA       | POTENCIA UNITARIA |
| Cinta transportadora (7)                 | 1,5 kW         | 1,5               |
| Tamizadora (2)                           | 1,1 kW         | 1,1               |
| Enfriador                                | 11 kW          | 11                |
| Cinta transportadora (8)                 | 1,5 kW         | 1,5               |
| Cinta transportadora (9)                 | 1,5 kW         | 1,5               |
| Distribuidor de material 1 y 2           | 1,5 kW         | 1,5               |
| Cinta transportadora (10)                | 1,5 kW         | 1,5               |
| Cinta transportadora (11)                | 1,5 kW         | 1,5               |
| Cinta transportadora (12)                | 1,5 kW         | 1,5               |
| Silo de almacén                          |                |                   |
| Ensacadora                               | 1,25 kW        | 1,25 kW           |
| Paletizadora                             | 4 kW           | 4                 |
| <b>TOTAL</b>                             | <b>21,85kW</b> | <b>21,85</b>      |

Tabla 5: Potencia total requerida. Fuente: Elaboración propia.

| PROCESO                           | POTENCIA     |
|-----------------------------------|--------------|
| SISTEMA DE TRITURADO              | 140,5        |
| SISTEMA DE SECADO                 | 33,6         |
| SISTEMA DE PELETIZADO             | 166,5        |
| SISTEMA DE ENFRIADO Y EMPAQUETADO | 21,85        |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>384,3</b> |

### 3.2 POTENCIA TOMAS DE CORRIENTE DE 25 A.

- Potencia:

$$P = 5 \text{ tomas} \times 625 \text{ W} = 3.125 \text{ W}$$

Tienen un factor de corrección de 1 por lo que:

$$P_c = 1 \times 3.125 = 3.125 \text{ W}$$

- Intensidad y sección:

$P_c = 3.125 \text{ W}$  Tensión = 230 V Factor de potencia = 0,8

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$
$$I = \frac{3.125}{\sqrt{3} \times 230 \times 0,8} = 9,8 \text{ A}$$

Observando la tabla de la ITC-BT-19, y escogiendo conductores aislados de cobre en tubos de montaje superficial o empotrado en obra:

$$S = 2,5 \times 2 \text{ mm}^2 \quad I_{adm} = 16$$

- La caída de tensión debe ser menor del 5 % entre el punto de inicio al punto final, por lo que la caída de tensión debe ser menor inferior a:  $0,05 \times 230 = 11,25$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos\varphi}{C \times S}$$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times 50 \times 9,8 \times 0,8}{56 \times 2,5} = 4,85 \text{ V} < 11,25 \text{ V}$$

Por lo tanto es admisible.

El tubo es el mismo que el resto, de PVC aislado rígido normal de un diámetro de 12 mm.

### 3.3 SISTEMA DE TRITURADO

#### 3.3.1 TRITURADOR DE SERRÍN

- Potencia:

$$P = 98.000 \text{ W}$$

Tienen un factor de corrección de 1 por lo que:

$$P_c = 1 \times 98.000 = 98.000 \text{ W}$$

- Intensidad y sección:

$P_c = 98.000 \text{ W}$  Tensión = 380 V Factor de potencia = 0,8

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

$$I = \frac{98.000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8} = 186,11 \text{ A}$$

Factor de corrección de intensidad es 1,25 por lo que la  $I_{total} = 186,11 \times 1,25 = 232,63 \text{ A}$

Observando la tabla de la ITC-BT-19, y escogiendo conductores aislados de cobre en tubos de montaje superficial o empotrado en obra:

$$S = 4 \times 150 \text{ mm}^2 \quad I_{\text{adm}} = 236 \text{ A}$$

- La caída de tensión debe ser menor del 5 % entre el punto de inicio al punto final, por lo que la caída de tensión debe ser menor inferior a:  $0,05 \times 380 = 19$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos \varphi}{C \times S}$$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times 30 \times 232,63 \times 0,8}{56 \times 150} = 1,15 \text{ V} < 19 \text{ V}$$

Por lo tanto es admisible.

El tubo es el mismo que el resto, de PVC aislado rígido normal de un diámetro de 75 mm.

### 3.3.2 CINTAS TRANSPORTADORAS 1, 2 Y 3

- Potencia:

$$P = 1.500 \text{ W}$$

Tienen un factor de corrección de 1 por lo que:

$$P_c = 1 \times 1.500 = 1.500 \text{ W}$$

- Intensidad y sección:

$$P_c = 1.500 \text{ W} \quad \text{Tensión} = 380 \text{ V} \quad \text{Factor de potencia} = 0,8$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi}$$

$$I = \frac{1.500}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8} = 2,84 \text{ A}$$

Factor de corrección de intensidad es 1,25 por lo que la  $I_{\text{total}} = (2,84 \times 3) \times 1,25 = 10,65 \text{ A}$

Observando la tabla de la ITC-BT-19, y escogiendo conductores aislados de cobre en tubos de montaje superficial o empotrado en obra:

$$S = 2 \times 2,5 \text{ mm}^2 \quad I_{\text{adm}} = 16 \text{ A}$$

- La caída de tensión debe ser menor del 5 % entre el punto de inicio al punto final, por lo que la caída de tensión debe ser menor inferior a:  $0,05 \times 380 = 19$

-

$$e = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos \varphi}{C \times S}$$
$$e = \frac{\sqrt{3} \times 26 \times 10,65 \times 0,8}{56 \times 2,5} = 2,74 \text{ V} < 19 \text{ V}$$

Por lo tanto es admisible.

El tubo es el mismo que el resto, de PVC aislado rígido normal de un diámetro de 12 mm.

### 3.3.3 TOLVAS DE DESCARGA 1 Y 2

- Potencia:

$$P = 4.000 \text{ W}$$

Tienen un factor de corrección de 1 por lo que:

$$P_c = 1 \times 4.000 = 4.000 \text{ W}$$

- Intensidad y sección:

$$P_c = 4.000 \text{ W} \quad \text{Tensión} = 380 \text{ V} \quad \text{Factor de potencia} = 0,8$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi}$$

$$I = \frac{4.000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8} = 7,59 \text{ A}$$

Factor de corrección de intensidad es 1,25 por lo que la  $I_{\text{total}} = (7,59 \times 2) \times 1,25 = 18,9 \text{ A}$

Observando la tabla de la ITC-BT-19, y escogiendo conductores aislados de cobre en tubos de montaje superficial o empotrado en obra:

$$S = 2 \times 2,5 \text{ mm}^2 \quad I_{\text{adm}} = 16 \text{ A}$$

- La caída de tensión debe ser menor del 5 % entre el punto de inicio al punto final, por lo que la caída de tensión debe ser menor inferior a:  $0,05 \times 380 = 19$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos \varphi}{C \times S}$$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times 14 \times 18,9 \times 0,8}{56 \times 2,5} = 2,61 \text{ V} < 19 \text{ V}$$

Por lo tanto es admisible.

El tubo es el mismo que el resto, de PVC aislado rígido normal de un diámetro de 12 mm.

### 3.3.4 MEZCLADOR

- Potencia:

$$P = 30.000 \text{ W}$$

Tienen un factor de corrección de 1 por lo que:

$$P_c = 1 \times 30.000 = 30.000 \text{ W}$$

- Intensidad y sección:

$$P_c = 30.000 \text{ W} \quad \text{Tensión} = 380 \text{ V} \quad \text{Factor de potencia} = 0,8$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi}$$

$$I = \frac{30.000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8} = 56,97 \text{ A}$$

Factor de corrección de intensidad es 1,25 por lo que la  $I_{\text{total}} = 56,97 \times 1,25 = 71,21 \text{ A}$

Observando la tabla de la ITC-BT-19, y escogiendo conductores aislados de cobre en tubos de montaje superficial o empotrado en obra:

$$S = 2 \times 35 \text{ mm}^2 \quad I_{\text{adm}} = 77 \text{ A}$$

- La caída de tensión debe ser menor del 5 % entre el punto de inicio al punto final, por lo que la caída de tensión debe ser menor inferior a:  $0,05 \times 380 = 19$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos\phi}{C \times S}$$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times 8 \times 71,21 \times 0,8}{56 \times 35} = 0,40 \text{ V} < 19 \text{ V}$$

Por lo tanto es admisible.

El tubo es el mismo que el resto, de PVC aislado rígido normal de un diámetro de 32 mm.

### 3.4 SISTEMA DE SECADO

#### 3.4.1 SECADERO

- Potencia:

$$P = 7.500 \text{ W}$$

Tienen un factor de corrección de 1 por lo que:

$$P_c = 1 \times 7.500 = 7.500 \text{ W}$$

- Intensidad y sección:

$$P_c = 7.500 \text{ W} \quad \text{Tensión} = 380 \text{ V} \quad \text{Factor de potencia} = 0,8$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

$$I = \frac{7.500}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8} = 14,24 \text{ A}$$

Factor de corrección de intensidad es 1,25 por lo que la  $I_{\text{total}} = 14,24 \times 1,25 = 17,80 \text{ A}$

Observando la tabla de la ITC-BT-19, y escogiendo conductores aislados de cobre en tubos de montaje superficial o empotrado en obra:

$$S = 4 \times 2,5 \text{ mm}^2 \quad I_{\text{adm}} = 18,5 \text{ A}$$

- La caída de tensión debe ser menor del 5 % entre el punto de inicio al punto final, por lo que la caída de tensión debe ser menor inferior a:  $0,05 \times 380 = 19$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos\varphi}{C \times S}$$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times 8 \times 18,5 \times 0,8}{56 \times 2,5} = 1,46 \text{ V} < 19 \text{ V}$$

Por lo tanto es admisible.

El tubo es el mismo que el resto, de PVC aislado rígido normal de un diámetro de 20 mm.

### 3.4.2 CINTAS TRANSPORTADORAS 4 y 5

- Potencia:

$$P = 1.500 \text{ W}$$

Tienen un factor de corrección de 1 por lo que:

$$P_c = 1 \times 1.500 = 1.500 \text{ W}$$

- Intensidad y sección:

$$P_c = 1.500 \text{ W} \quad \text{Tensión} = 380 \text{ V} \quad \text{Factor de potencia} = 0,8$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

$$I = \frac{1.500}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8} = 2,84 \text{ A}$$

Factor de corrección de intensidad es 1,25 por lo que la  $I_{total} = (2,84 \times 2) \times 1,25 = 7,1 \text{ A}$

Observando la tabla de la ITC-BT-19, y escogiendo conductores aislados de cobre en tubos de montaje superficial o empotrado en obra:

$$S = 1 \times 1,5 \text{ mm}^2 \quad I_{adm} = 11 \text{ A}$$

- La caída de tensión debe ser menor del 5 % entre el punto de inicio al punto final, por lo que la caída de tensión debe ser menor inferior a:  $0,05 \times 380 = 19$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos \varphi}{C \times S}$$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times 11 \times 7,1 \times 0,8}{56 \times 1,5} = 1,28 \text{ V} < 19 \text{ V}$$

Por lo tanto es admisible.

El tubo es el mismo que el resto, de PVC aislado rígido normal de un diámetro de 6 mm.

### 3.4.3 CALDERA DE BIOMASA

- Potencia:

$$P = 18.000 \text{ W}$$

Tienen un factor de corrección de 1 por lo que:

$$P_c = 1 \times 18.000 = 18.000 \text{ W}$$

- Intensidad y sección:

$$P_c = 18.000 \text{ W} \quad \text{Tensión} = 380 \text{ V} \quad \text{Factor de potencia} = 0,8$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi}$$

$$I = \frac{18.000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8} = 34,18 \text{ A}$$

Factor de corrección de intensidad es 1,25 por lo que la  $I_{total} = 34,18 \times 1,25 = 42,7 \text{ A}$

Observando la tabla de la ITC-BT-19, y escogiendo conductores aislados de cobre en tubos de montaje superficial o empotrado en obra:

$$S = 4 \times 10 \text{ mm}^2 \quad I_{adm} = 44 \text{ A}$$

- La caída de tensión debe ser menor del 5 % entre el punto de inicio al punto final, por lo que la caída de tensión debe ser menor inferior a:  $0,05 \times 380 = 19$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos \varphi}{C \times S}$$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times 12 \times 34,18 \times 0,8}{56 \times 10} = 1,01 \text{ V} < 19 \text{ V}$$

Por lo tanto es admisible.

El tubo es el mismo que el resto, de PVC aislado rígido normal de un diámetro de 50 mm.

#### 3.4.4 TAMIZADOR 1

- Potencia:

$$P = 1.100 \text{ W}$$

Tienen un factor de corrección de 1 por lo que:

$$P_c = 1 \times 1.100 = 1.100 \text{ W}$$

- Intensidad y sección:

$$P_c = 1.100 \text{ W} \quad \text{Tensión} = 380 \text{ V} \quad \text{Factor de potencia} = 0,8$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi}$$

$$I = \frac{1.100}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8} = 2,08 \text{ A}$$

Factor de corrección de intensidad es 1,25 por lo que la  $I_{\text{total}} = 2,08 \times 1,25 = 18,9 \text{ A}$

Observando la tabla de la ITC-BT-19, y escogiendo conductores aislados de cobre en tubos de montaje superficial o empotrado en obra:

$$S = 1 \times 1,5 \text{ mm}^2 \quad I_{\text{adm}} = 11 \text{ A}$$

- La caída de tensión debe ser menor del 5 % entre el punto de inicio al punto final, por lo que la caída de tensión debe ser menor inferior a:  $0,05 \times 380 = 19$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos \varphi}{C \times S}$$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times 10 \times 2,08 \times 0,8}{56 \times 1,5} = 0,34 \text{ V} < 19 \text{ V}$$

Por lo tanto es admisible.

El tubo es el mismo que el resto, de PVC aislado rígido normal de un diámetro de 6 mm.

### 3.5 SISTEMA DE PELETIZADO

#### 3.5.1 CINTA TRANSPORTADORA 6

- Potencia:

$$P = 1.500 \text{ W}$$

Tienen un factor de corrección de 1 por lo que:

$$P_c = 1 \times 1.500 = 1.500 \text{ W}$$

- Intensidad y sección:

$$P_c = 1.500 \text{ W} \quad \text{Tensión} = 380 \text{ V} \quad \text{Factor de potencia} = 0,8$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi}$$

$$I = \frac{1.500}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8} = 2,84 \text{ A}$$

Factor de corrección de intensidad es 1,25 por lo que la  $I_{\text{total}} = 2,84 \times 1,25 = 3,56 \text{ A}$

Observando la tabla de la ITC-BT-19, y escogiendo conductores aislados de cobre en tubos de montaje superficial o empotrado en obra:

$$S = 1 \times 1,5 \text{ mm}^2 \quad I_{\text{adm}} = 11 \text{ A}$$

- La caída de tensión debe ser menor del 5 % entre el punto de inicio al punto final, por lo que la caída de tensión debe ser menor inferior a:  $0,05 \times 380 = 19$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos\phi}{C \times S}$$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times 6 \times 2,84 \times 0,8}{56 \times 1,5} = 0,28 \text{ V} < 19 \text{ V}$$

Por lo tanto es admisible.

El tubo es el mismo que el resto, de PVC aislado rígido normal de un diámetro de 6 mm.

### 3.5.2 COLECTOR DE POLVO

- Potencia:

$$P = 2.200 \text{ W}$$

Tienen un factor de corrección de 1 por lo que:

$$P_c = 1 \times 2.200 = 2.200 \text{ W}$$

- Intensidad y sección:

$$P_c = 2.200 \text{ W} \quad \text{Tensión} = 380 \text{ V} \quad \text{Factor de potencia} = 0,8$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

$$I = \frac{2.200}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8} = 4,17 \text{ A}$$

Factor de corrección de intensidad es 1,25 por lo que la  $I_{\text{total}} = 4,17 \times 1,25 = 5,22 \text{ A}$

Observando la tabla de la ITC-BT-19, y escogiendo conductores aislados de cobre en tubos de montaje superficial o empotrado en obra:

$$S = 1 \times 1,5 \text{ mm}^2 \quad I_{\text{adm}} = 11 \text{ A}$$

- La caída de tensión debe ser menor del 5 % entre el punto de inicio al punto final, por lo que la caída de tensión debe ser menor inferior a:  $0,05 \times 380 = 19$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos\varphi}{C \times S}$$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times 10 \times 2,84 \times 0,8}{56 \times 1,5} = 0,46 \text{ V} < 19 \text{ V}$$

Por lo tanto es admisible.

El tubo es el mismo que el resto, de PVC aislado rígido normal de un diámetro de 6 mm.

### 3.5.4 PELETIZADORA

- Potencia:

$$P = 160.000 \text{ W}$$

Tienen un factor de corrección de 1 por lo que:

$$P_c = 1 \times 160.00 = 160.00 \text{ W}$$

- Intensidad y sección:

$$P_c = 160.000 \text{ W}$$

$$\text{Tensión} = 380 \text{ V}$$

$$\text{Factor de potencia} = 0,8$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

$$I = \frac{160.000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8} = 303,86 \text{ A}$$

Factor de corrección de intensidad es 1,25 por lo que la  $I_{\text{total}} = 303,86 \times 1,25 = 379,83 \text{ A}$

Observando la tabla de la ITC-BT-19, y escogiendo conductores aislados de cobre en tubos de montaje superficial o empotrado en obra:

$$S = 8 \times 185 \text{ mm}^2$$

$$I_{\text{adm}} = 386 \text{ A}$$

- La caída de tensión debe ser menor del 5 % entre el punto de inicio al punto final, por lo que la caída de tensión debe ser menor inferior a:  $0,05 \times 380 = 19$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos\varphi}{C \times S}$$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times 12 \times 379,83 \times 0,8}{56 \times 185} = 0,60 \text{ V} < 19 \text{ V}$$

Por lo tanto es admisible.

El tubo es el mismo que el resto, de PVC aislado rígido normal de un diámetro de 80 mm.

### 3.5.5 ELEVADOR DE CANGILONES

- Potencia:

$$P = 1.500 \text{ W}$$

Tienen un factor de corrección de 1 por lo que:

$$P_c = 1 \times 1.500 = 1.500 \text{ W}$$

- Intensidad y sección:

$$P_c = 1.500 \text{ W} \quad \text{Tensión} = 380 \text{ V} \quad \text{Factor de potencia} = 0,8$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi}$$

$$I = \frac{1.500}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8} = 2,84 \text{ A}$$

Factor de corrección de intensidad es 1,25 por lo que la  $I_{\text{total}} = 2,84 \times 1,25 = 3,56 \text{ A}$

Observando la tabla de la ITC-BT-19, y escogiendo conductores aislados de cobre en tubos de montaje superficial o empotrado en obra:

$$S = 1 \times 1,5 \text{ mm}^2 \quad I_{\text{adm}} = 11 \text{ A}$$

- La caída de tensión debe ser menor del 5 % entre el punto de inicio al punto final, por lo que la caída de tensión debe ser menor inferior a:  $0,05 \times 380 = 19$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos\phi}{C \times S}$$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times 10 \times 2,84 \times 0,8}{56 \times 1,5} = 0,46 \text{ V} < 19 \text{ V}$$

Por lo tanto es admisible.

El tubo es el mismo que el resto, de PVC aislado rígido normal de un diámetro de 6 mm.

### 3.6 SISTEMA DE ENFRIADO Y EMPAQUETADO

#### 3.6.1 CINTAS TRANSPORTADORAS 7, 8 Y 9

- Potencia:

$$P = 1.500 \text{ W}$$

Tienen un factor de corrección de 1 por lo que:

$$P_c = 1 \times 1.500 = 1.500 \text{ W}$$

- Intensidad y sección:

$$P_c = 1.500 \text{ W} \quad \text{Tensión} = 380 \text{ V} \quad \text{Factor de potencia} = 0,8$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi}$$

$$I = \frac{1.500}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8} = 2,84 \text{ A}$$

Factor de corrección de intensidad es 1,25 por lo que la  $I_{\text{total}} = (2,84 \times 3) \times 1,25 = 10,65 \text{ A}$

Observando la tabla de la ITC-BT-19, y escogiendo conductores aislados de cobre en tubos de montaje superficial o empotrado en obra:

$$S = 2 \times 2,5 \text{ mm}^2 \quad I_{\text{adm}} = 16 \text{ A}$$

- La caída de tensión debe ser menor del 5 % entre el punto de inicio al punto final, por lo que la caída de tensión debe ser menor inferior a:  $0,05 \times 380 = 19$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos \varphi}{C \times S}$$
$$e = \frac{\sqrt{3} \times 26 \times 10,65 \times 0,8}{56 \times 2,5} = 2,74 \text{ V} < 19 \text{ V}$$

Por lo tanto es admisible.

El tubo es el mismo que el resto, de PVC aislado rígido normal de un diámetro de 12 mm.

### 3.6.2 TAMIZADOR 2

- Potencia:

$$P = 1.100 \text{ W}$$

Tienen un factor de corrección de 1 por lo que:

$$P_c = 1 \times 1.100 = 1.100 \text{ W}$$

- Intensidad y sección:

$$P_c = 1.100 \text{ W} \quad \text{Tensión} = 380 \text{ V} \quad \text{Factor de potencia} = 0,8$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi}$$

$$I = \frac{1.100}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8} = 2,08 \text{ A}$$

Factor de corrección de intensidad es 1,25 por lo que la  $I_{\text{total}} = 2,08 \times 1,25 = 2,60 \text{ A}$

Observando la tabla de la ITC-BT-19, y escogiendo conductores aislados de cobre en tubos de montaje superficial o empotrado en obra:

$$S = 1 \times 1,5 \text{ mm}^2 \quad I_{\text{adm}} = 11 \text{ A}$$

- La caída de tensión debe ser menor del 5 % entre el punto de inicio al punto final, por lo que la caída de tensión debe ser menor inferior a:  $0,05 \times 380 = 19$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos \varphi}{C \times S}$$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times 10 \times 2,08 \times 0,8}{56 \times 1,5} = 0,34 \text{ V} < 19 \text{ V}$$

Por lo tanto es admisible.

El tubo es el mismo que el resto, de PVC aislado rígido normal de un diámetro de 6 mm.

### 3.6.3 ENFRIADOR

- Potencia:

$$P = 11.000 \text{ W}$$

Tienen un factor de corrección de 1 por lo que:

$$P_c = 1 \times 11.000 = 11.000 \text{ W}$$

- Intensidad y sección:

$$P_c = 11.000 \text{ W} \quad \text{Tensión} = 380 \text{ V} \quad \text{Factor de potencia} = 0,8$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi}$$

$$I = \frac{11.000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8} = 20,89 \text{ A}$$

Factor de corrección de intensidad es 1,25 por lo que la  $I_{\text{total}} = 20,89 \times 1,25 = 26,11 \text{ A}$

Observando la tabla de la ITC-BT-19, y escogiendo conductores aislados de cobre en tubos de montaje superficial o empotrado en obra:

$$S = 5 \times 4 \text{ mm}^2 \quad I_{\text{adm}} = 27 \text{ A}$$

- La caída de tensión debe ser menor del 5 % entre el punto de inicio al punto final, por lo que la caída de tensión debe ser menor inferior a:  $0,05 \times 380 = 19$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos \varphi}{C \times S}$$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times 10 \times 26,11 \times 0,8}{56 \times 4} = 1,61 \text{ V} < 19 \text{ V}$$

Por lo tanto es admisible.

El tubo es el mismo que el resto, de PVC aislado rígido normal de un diámetro de 24 mm.

### 3.5.3 DISTRIBUIDOR DE MATERIAL 1 y 2

- Potencia:

$$P = 1.500 \text{ W}$$

Tienen un factor de corrección de 1 por lo que:

$$P_c = 1 \times 1.500 = 1.500 \text{ W}$$

- Intensidad y sección:

$$P_c = 1.500 \text{ W} \quad \text{Tensión} = 380 \text{ V} \quad \text{Factor de potencia} = 0,8$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

$$I = \frac{1.500}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8} = 2,84 \text{ A}$$

Factor de corrección de intensidad es 1,25 por lo que la  $I_{\text{total}} = (2,84 \times 2) \times 1,25 = 7,1 \text{ A}$

Observando la tabla de la ITC-BT-19, y escogiendo conductores aislados de cobre en tubos de montaje superficial o empotrado en obra:

$$S = 1 \times 1,5 \text{ mm}^2 \quad I_{\text{adm}} = 11 \text{ A}$$

- La caída de tensión debe ser menor del 5 % entre el punto de inicio al punto final, por lo que la caída de tensión debe ser menor inferior a:  $0,05 \times 380 = 19$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos\varphi}{C \times S}$$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times 10 \times 2,84 \times 0,8}{56 \times 1,5} = 0,46 \text{ V} < 19 \text{ V}$$

Por lo tanto es admisible.

El tubo es el mismo que el resto, de PVC aislado rígido normal de un diámetro de 6 mm.

### 3.6.1 CINTAS TRANSPORTADORAS 10, 11 Y 12

- Potencia:

$$P = 1.500 \text{ W}$$

Tienen un factor de corrección de 1 por lo que:

$$P_c = 1 \times 1.500 = 1.500 \text{ W}$$

- Intensidad y sección:

$$P_c = 1.500 \text{ W} \quad \text{Tensión} = 380 \text{ V} \quad \text{Factor de potencia} = 0,8$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi}$$

$$I = \frac{1.500}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8} = 2,84 \text{ A}$$

Factor de corrección de intensidad es 1,25 por lo que la  $I_{\text{total}} = (2,84 \times 3) \times 1,25 = 10,65 \text{ A}$

Observando la tabla de la ITC-BT-19, y escogiendo conductores aislados de cobre en tubos de montaje superficial o empotrado en obra:

$$S = 2 \times 2,5 \text{ mm}^2 \quad I_{\text{adm}} = 16 \text{ A}$$

- La caída de tensión debe ser menor del 5 % entre el punto de inicio al punto final, por lo que la caída de tensión debe ser menor inferior a:  $0,05 \times 380 = 19$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos \varphi}{C \times S}$$
$$e = \frac{\sqrt{3} \times 26 \times 10,65 \times 0,8}{56 \times 2,5} = 2,74 \text{ V} < 19 \text{ V}$$

Por lo tanto es admisible.

El tubo es el mismo que el resto, de PVC aislado rígido normal de un diámetro de 12 mm.

### 3.6.4 ENSACADORA

- Potencia:

$$P = 1.250 \text{ W}$$

Tienen un factor de corrección de 1 por lo que:

$$P_c = 1 \times 1.250 = 1.250 \text{ W}$$

- Intensidad y sección:

$$P_c = 1.250 \text{ W} \quad \text{Tensión} = 380 \text{ V} \quad \text{Factor de potencia} = 0,8$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

$$I = \frac{1.250}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8} = 2,37 \text{ A}$$

Factor de corrección de intensidad es 1,25 por lo que la  $I_{\text{total}} = 2,37 \times 1,25 = 2,96 \text{ A}$

Observando la tabla de la ITC-BT-19, y escogiendo conductores aislados de cobre en tubos de montaje superficial o empotrado en obra:

$$S = 1 \times 1,5 \text{ mm}^2 \quad I_{\text{adm}} = 11 \text{ A}$$

- La caída de tensión debe ser menor del 5 % entre el punto de inicio al punto final, por lo que la caída de tensión debe ser menor inferior a:  $0,05 \times 380 = 19$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos\varphi}{C \times S}$$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times 8 \times 2,96 \times 0,8}{56 \times 1,5} = 0,39 \text{ V} < 19 \text{ V}$$

Por lo tanto es admisible.

El tubo es el mismo que el resto, de PVC aislado rígido normal de un diámetro de 6 mm.

### 3.6.5 PALETIZADORA

- Potencia:

$$P = 4.000 \text{ W}$$

Tienen un factor de corrección de 1 por lo que:

$$P_c = 1 \times 4.000 = 4.000 \text{ W}$$

- Intensidad y sección:

$$P_c = 4.000 \text{ W} \quad \text{Tensión} = 380 \text{ V} \quad \text{Factor de potencia} = 0,8$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

$$I = \frac{4.000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8} = 7,59 \text{ A}$$

Factor de corrección de intensidad es 1,25 por lo que la  $I_{total} = 7,59 \times 1,25 = 9,48 \text{ A}$

Observando la tabla de la ITC-BT-19, y escogiendo conductores aislados de cobre en tubos de montaje superficial o empotrado en obra:

$$S = 1 \times 1,5 \text{ mm}^2 \quad I_{adm} = 11 \text{ A}$$

- La caída de tensión debe ser menor del 5 % entre el punto de inicio al punto final, por lo que la caída de tensión debe ser menor inferior a:  $0,05 \times 380 = 19$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos \varphi}{C \times S}$$

$$e = \frac{\sqrt{3} \times 14 \times 9,48 \times 0,8}{56 \times 1,5} = 2,1 \text{ V} < 19 \text{ V}$$

Por lo tanto es admisible.

El tubo es el mismo que el resto, de PVC aislado rígido normal de un diámetro de 12 mm.

Tabla 6: Resumen. Fuente: Elaboración propia

| MÁQUINA                                               | POTENCIA  | INTENSIDAD TOTAL | SECCIÓN (mm <sup>2</sup> ) | INTENSIDAD ADMISIBLE |
|-------------------------------------------------------|-----------|------------------|----------------------------|----------------------|
| <b>ZONA DE OFICINAS, ASEOS, LABORATORIO Y ALMACÉN</b> |           |                  |                            |                      |
| Luz LED                                               | 849,6 W   | 3,88 A           | 1,5 x 2                    | 8 A                  |
| <b>TOMAS DE CORRIENTE DE 25 A</b>                     |           |                  |                            |                      |
| Tomas                                                 | 3.125 W   | 9,8 A            | 2 x 2,5                    | 16 A                 |
| <b>SISTEMA DE TRITURADO</b>                           |           |                  |                            |                      |
| Trituradora                                           | 98.000 W  | 232,63 A         | 4 x 150                    | 236 A                |
| Cintas transportadoras 1,2 y 3                        | 1.500 W   | 10,65 A          | 2 x 2,5                    | 16 A                 |
| Tolvas de descarga 1 y 2                              | 4.000 W   | 18,9 A           | 2 x 2,5                    | 16 A                 |
| Mezclador                                             | 30.000 W  | 71,21 A          | 2 x 35                     | 77 A                 |
| <b>SISTEMA DE SECADO</b>                              |           |                  |                            |                      |
| Secadero                                              | 7.500 W   | 17,80 A          | 4 x 2,5                    | 18,5 A               |
| Cintas transportadoras 4 y 5                          | 1.500 W   | 7,1 A            | 1 x 1,5                    | 11 A                 |
| Caldera de biomasa                                    | 18.000 W  | 42,7 A           | 4 x 10                     | 44 A                 |
| Tamizador 1                                           | 1.100 W   | 18,9 A           | 1 x 1,5                    | 11 A                 |
| <b>SISTEMA PELETIZADO</b>                             |           |                  |                            |                      |
| Cinta transportadora 6                                | 1.500 W   | 3,56 A           | 1 x 1,5                    | 11 A                 |
| Colector de polvo                                     | 2.200 W   | 5,22 A           | 1 x 1,5                    | 11 A                 |
| Peletizadora                                          | 160.000 W | 379.83 A         | 8 x 185                    | 386                  |
| Elevador de Cangilones                                | 1.500 W   | 3.6 A            | 1 x 1,5                    | 11                   |
| <b>SISTEMA DE ENFRIADO Y EMPAQUETADO</b>              |           |                  |                            |                      |
| Cintas transportadoras 7,8 y 9                        | 1.500 W   | 10,65 A          | 2 x 2,5                    | 16 A                 |
| Tamizador 2                                           | 1.100 W   | 18,9 A           | 1 x 1,5                    | 11 A                 |
| Enfriador                                             | 11.000 W  | 26,11 A          | 5 x 4                      | 27 A                 |
| Distribuidor de material 1 y 2                        | 1.500 W   | 7,1 A            | 1 x 1,5                    | 11 A                 |
| Cintas transportadoras 7,8 y 9                        | 1.500 W   | 10,65 A          | 2 x 2,5                    | 16 A                 |
| Ensambladora                                          | 1.250 W   | 2,96 A           | 1 x 1,5                    | 11 A                 |
| Paletizadora                                          | 4.000 W   | 9,48 A           | 1 x 1,5                    | 11 A                 |

#### **4. PROTECCIÓN ELECTRICA**

Se dispone de dos sistemas de protección:

- Interruptores magnetotérmicos: sirven para la protección de circuitos eléctricos contra cortocircuitos y sobrecargas, sustituyen a los fusibles. Su funcionamiento es mediante elemento térmico y otro magnético que al producirse una sobrecarga se desarma. Simplemente con rearmarlo vuelve a funcionar el circuito.
- Interruptores diferenciales: su función es la de proteger a las personas de la electricidad ya sea por contacto directo o indirecto y también protege contra los incendios que puedan provenir de las derivaciones.



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE UNA PLANTA PELETIZADORA DE BIOMASA CON  
CONTROL DE CALIDAD EN EL MUNICIPIO DE ALCAÑIZ (TERUEL)

**ANEJO 13:  
INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA  
INCENDIOS**

Grado de Ingeniería Forestal: Industrias forestales

**AUTOR: PABLO AVELLANAS JAEN  
ESCUELA INGENIERÍAS AGRARIAS. SORIA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**JULIO 2015**

## **ANEJO 13. INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

### **1. CARACTERIZACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES EN RELACIÓN CON LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS**

---

- 1.1 CARACTERIZACIÓN POR SU CONFIGURACIÓN Y UBICACIÓN CON RELACIÓN A SU ENTORNO**
- 1.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES POR SU NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO**

### **2. REQUISITOS CONSTRUCTIVOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES SEGÚN SU CONFIGURACIÓN, UBICACIÓN Y NIVEL DE RIESGOS INTRINSECOS**

---

- 2.1 SECTORIZACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES**
- 2.2 MATERIALES**
- 2.3 ESTABILIDAD AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS PORTANTES**
- 2.4 RESISTENCIA AL FUEGO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DEL CERRAMIENTO**
- 2.5 EVACUACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES**
- 2.6 VENTILACIÓN DE HUMOS Y GASES DE LA COMBUSTIÓN EN EDIFICIOS INDUSTRIALES**
- 2.7 INSTALACIÓN TÉCNICA DE SERVICIOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES**

### **3. REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES**

---

- 3.1 EXTINTORES**
- 3.2 BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS**
- 3.3 ALUMBRADO DE EMERGENCIA**
- 3.4 SEÑALIZACIÓN**

## **ANEJO 13. INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

### **1. CARACTERIZACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES EN RELACIÓN CON LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS.**

La caracterización de los establecimientos industriales viene marcada por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

#### **CARACTERIZACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES**

Un establecimiento industrial se caracteriza por:

- Su configuración y ubicación con relación a su entorno.
- Su nivel de riesgo intrínseco.

#### **1.1 CARACTERIZACIÓN POR SU CONFIGURACIÓN Y UBICACIÓN CON RELACIÓN A SU ENTORNO**

Los establecimientos industriales pueden disponer de varios tipos de configuración y de ubicación, siempre dentro de unos límites.

En este caso la planta se encuentra dentro del grupo de establecimiento industrial ubicado en un edificio y dentro de este, se encuentra en el grupo C:

- Grupo C: establecimiento industrial que ocupa totalmente un edificio, o varios, con una distancia mayor a 3 metros del edificio más próximo de otro establecimiento.

#### **1.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES POR SU NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO:**

La catalogación como configuración de tipo C, en este caso constituye un único sector de incendio que se divide en dos zonas:

- 1- Zona de producción y dependencias del personal.
- 2- Zona de almacenamiento.

Para ver el nivel de riesgo de incendio en cada sector se evaluará calculando con la siguiente fórmula, que determina la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de dicho sector de incendio:

#### **1) Zona de producción y dependencias del personal**

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{si} \times S_i \times C_i}{A} \times R_a; \text{ (MJ/m}^2\text{) ó (Mcal/m}^2\text{)}$$

Siendo:

$Q_s$  = Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector de incendio, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.

$q_{si}$  = Densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendios (i), en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.

$S_i$  = Superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego,  $q_{si}$  diferente, en 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 incendios.

$A$  = Superficie construida del sector de incendio, m<sup>2</sup>.

$R_a$  = Coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la actividad) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación...

Los grados de peligrosidad por combustión ( $C_i$ ) están catalogados por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

Tabla 1. Grado de peligrosidad. Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

| ALTA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | MEDIA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | BAJA                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Líquidos clasificados como clase A en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Líquidos clasificados como subclase B<sub>1</sub> en la ITC-MIE-APQ1.</li> <li>- Sólidos capaces de iniciar su combustión a una temperatura inferior a 100 °C.</li> <li>- Productos que puedan formar mezclas explosivas con el aire a temperatura ambiente.</li> <li>- Productos que pueden iniciar combustión espontánea en el aire a temperatura ambiente.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Líquidos clasificados como subclase B<sub>2</sub> en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Líquidos clasificados como clase C en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura comprendida entre 100 °C y 200 °C.</li> <li>- Sólidos que emiten gases inflamables</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Líquidos clasificados como clase D en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200 °C</li> </ul> |
| $C_i = 1,60$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | $C_i = 1,30$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | $C_i = 1,00$                                                                                                                                                                                |

La madera tiene un punto de ignición superior a los 200 °C.

La superficie de la zona de producción y dependencias para el personal es:

- Sala de producción = 625 m<sup>2</sup>
- Aseos = 2 x 12 m<sup>2</sup> = 24 m<sup>2</sup>
- Despacho y sala de reuniones = 2 x 15 m<sup>2</sup> = 30 m<sup>2</sup>
- Laboratorio = 50 m<sup>2</sup>
- Cuarto para utensilios = 1,5 m<sup>2</sup>

Por lo que se obtiene:

$$Q_s = \frac{(400 \text{ MJ/m}^2 \times 756 \text{ m}^2 \times 1) + (400 \text{ MJ/m}^2 \times 55,5 \text{ m}^2 \times 1,3) + (400 \text{ MJ/m}^2 \times 50 \text{ m}^2 \times 1,60)}{1.200} \times 1,5$$

$$Q_s = 454,07 \text{ MJ/m}^2$$

## 2) Zona de almacén de materia prima y producto terminado

$$Q_s = \frac{\sum_i^i q_{vi} \times C_i \times h_i \times s_i}{A} \times R_a; \text{ (MJ/m}^2\text{) ó (Mcal/m}^2\text{)}$$

Siendo:

$Q_s$ ,  $C_i$ ,  $R_a$  y  $A$  es igual que la anterior.

$q_{vi}$  = carga de fuego aportada por cada m<sup>3</sup> de cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio, las unidades son en MJ/m<sup>3</sup> o Mcal/m<sup>3</sup>.

$h_i$  = Altura del almacenamiento de los combustibles (i) en metros.

$s_i$  = Superficie ocupada de la planta por parte de las zonas de almacenamiento de los combustibles en m<sup>2</sup>.

La superficie de las zonas de almacenamiento es:

- Almacén materia prima = 75 m<sup>2</sup>
- Almacén producto terminado = 240 m<sup>2</sup>

La altura de la nave es de 8 m.

Por lo que se obtiene:

$$Q_s = \frac{(2.100 \text{ MJ/m}^2 \times 75 \times 8 \times 1) + (2.100 \text{ MJ/m}^2 \times 240 \times 8 \times 1)}{1.200} \times 2 = 8.820 \text{ MJ/m}^2$$

Para calcular el nivel intrínseco de la nave, aplicando el Reglamento, se evalúa mediante la siguiente fórmula, que determina la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida.

$$Q_e = \frac{\sum_1^i Q_{si} \times A_i}{\sum_1^i A_i}$$

Siendo:

$Q_e$  = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del edificio industrial en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.

$Q_{si}$  = Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada uno de los sectores de incendio (i), que componen el edificio industrial en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.

$A_i$  = Superficie construida de cada uno de los sectores de incendio (i) que componen el edificio industrial en m<sup>2</sup>.

$$Q_e = \frac{(454,07 \text{ MJ/m}^2 \times 861,5) + (8.820 \text{ MJ/m}^2 \times 315)}{1.200} = 2.641,23 \text{ MJ/m}^2$$

Una vez obtenido el dato hay que compararlo con la tabla 1.3 del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los establecimientos industriales.

Tabla 2. Nivel de riesgo intrínseco. Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

| Nivel de riesgo intrínseco |   | Densidad de carga de fuego ponderada y corregida |                         |
|----------------------------|---|--------------------------------------------------|-------------------------|
|                            |   | Mcal/m <sup>2</sup>                              | MJ/m <sup>2</sup>       |
| BAJO                       | 1 | $Q_s \leq 100$                                   | $Q_s \leq 425$          |
|                            | 2 | $100 < Q_s \leq 200$                             | $425 < Q_s \leq 850$    |
| MEDIO                      | 3 | $200 < Q_s \leq 300$                             | $850 < Q_s \leq 1275$   |
|                            | 4 | $300 < Q_s \leq 400$                             | $1275 < Q_s \leq 1700$  |
|                            | 5 | $400 < Q_s \leq 800$                             | $1700 < Q_s \leq 3400$  |
| ALTO                       | 6 | $800 < Q_s \leq 1600$                            | $3400 < Q_s \leq 6800$  |
|                            | 7 | $1600 < Q_s \leq 3200$                           | $6800 < Q_s \leq 13600$ |
|                            | 8 | $3200 < Q_s$                                     | $13600 < Q_s$           |

En este caso da un valor de 2.641,23 MJ/m<sup>2</sup>, por lo que está en el rango de valor 5.

## 2. REQUISITOS CONSTRUCTIVOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES SEGÚN SU CONFIGURACIÓN, UBICACIÓN Y NIVEL DE RIESGO INTRINSECO.

### 2.1 SECTORIZACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES

Para los establecimientos de nivel C el máximo de superficie admisible para cada sector de incendio es de 3.500 m<sup>2</sup>, en este caso la planta tiene una superficie total de 1.200 m<sup>2</sup> por lo que se refiere a superficie construida es admisible.

### 2.2 MATERIALES

La nave fue construida según la norma UNE 23727

Suelos: la zona industrial el suelo está realizado con mortero cementoso autonivelante, antideslizante, antisonoro, resistente a la abrasión y desgaste. El Suelo de la zona de dependencias del personal el pavimento son baldosas de gres de 20x30 cm.

El cerramiento está realizado con paneles de hormigón de molde macizo que confiere resistencia al fuego y al ruido.

Las paredes de las dependencias están formados por dos tipos diferentes, por un lado las que vienen con la nave están formado por tabiques formados por lana de vidrio y doble capa de yeso a cada lado que los hacen ignífugos. Las paredes de las dependencias construidas, están formadas por placas de pladur con fibra de vidrio que hacen que sean incombustibles.

En cuanto los techos de las dependencias, las que ya vienen están realizados con escayola lisa con perfil de aluminio, y en las dependencias que se construyen con placas de pladur FON que son ignífugas.

La estructura de la nave está formada por hormigón HA-25 y para los pilares el mismo hormigón con armadura de acero B 500 S, estos dos modelos son resistentes al fuego.

Los materiales se clasifican según esta tabla:

*Tabla 3: Clasificación de los materiales según su comportamiento ante el fuego según Norma UNE 23727. Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Turismo.*

|    |                                  |
|----|----------------------------------|
| M0 | No combustible                   |
| M1 | Combustible no inflamable        |
| M2 | Grado de inflamabilidad moderado |
| M3 | Grado de inflamabilidad medio    |
| M4 | Grado de inflamabilidad alto     |

Todos los materiales usados se pueden clasificar como clase M0 o M1, siendo el exigido para este caso M2

Los materiales con lo que está hecha la instalación eléctrica son de cobre los conductores y los tubos de PVC aislado, rígido y normal. Siendo estos materiales clasificados como M1.

### 2.3 ESTABILIDAD AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS PORTANTES

Como la nave es un establecimiento industrial de una sola planta y además los edificios colindantes están a más de 10 metros no se exige EF a la estructura principal ni a la cubierta.

### 2.4 RESISTENCIA AL FUEGO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DEL CERRAMIENTO

La exigencia de comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo de cerramiento se define por los tiempos durante los que dicho elemento debe mantener las siguientes condiciones, durante el ensayo normalizado según la norma UNE 23093:

- Estabilidad mecánica o capacidad portante.
- Estanqueidad al paso de llamas o gases calientes.
- No emisión de gases inflamables en la cara por donde no está el fuego.
- Aislamiento térmico suficiente para impedir que la cara no expuesta supere la temperatura establecida por la norma UNE.

Cuando se cumple las 4 condiciones, el cerramiento es resistente al fuego. En este caso los cerramientos de la nave son de la categoría más alta EF-180 = EI 240, por lo que cumple de sobras con las condiciones para edificio de tipo C:

Tabla 4: Estabilidad del fuego de elementos estructurales. Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

| NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO | TIPO C              |                      |
|----------------------------|---------------------|----------------------|
|                            | PLANTA SOTANO       | PLANTA RASANTE SOBRE |
| BAJO                       | R 60<br>(EF – 60)   | R 30<br>(EF – 30)    |
| MEDIO                      | R 90<br>(EF – 90)   | R 60<br>(EF – 60)    |
| ALTO                       | R 120<br>(EF – 120) | R 90<br>(EF – 90)    |

### 2.5 EVACUACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES

Según la normativa describe es espacio exterior como el espacio al aire libre que permita que los ocupantes de un local o edificio puedan llegar, a través de él, a una vía pública y posibilitar el acceso al edificio a los medios de emergencia.

Para el cálculo de las exigencias relativas a la evacuación de los establecimientos industriales, se determinará la ocupación de los mismos, P, mediante la siguiente fórmula:

$$p = 1,10 p, \text{ cuando } p < 100, \text{ como es el caso.}$$

Donde  $p$  es el número de personas que ocupa el sector de incendio, de acuerdo con la documentación laboral que legalicé el funcionamiento de la actividad.

Así pues  $p = 1,10 \times 9 = 9,90$

La evacuación de los edificios de tipo C debe de cumplir:

- Elementos de la evacuación:
  - Origen de la evacuación: se considera como origen de evacuación todo punto ocupable.
  - Recorrido de la evacuación: Longitud de los recorridos de evacuación por pasillos, se mide sobre el eje. No se consideran recorridos de evacuación aquellos que tengan elementos que dificulten el paso.
  - Salidas: Puerta o hueco a un espacio exterior seguro con una superficie suficiente para contener a los ocupantes del edificio dentro de una zona delimitada con un radio de distancia  $0,1p$  a razón de una persona por cada  $0,5 \text{ m}^2$ .
  
- NÚMERO Y DISPOSICIÓN DE LAS SALIDAS

Según marca el Ministerio de Industria, Energía y Turismo:

Tabla 5: Longitud recorrido de evacuación según el número de salidas. Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

| RIESGO                                                                               | 1 SALIDA RECORRIDO UNICO | 2 SALIDAS ALTERNATIVAS |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------|
| BAJO                                                                                 | 35 m (*)                 | 50 m                   |
| MEDIO                                                                                | 25 m (**)                | 50 m                   |
| ALTO                                                                                 |                          | 25 m                   |
| (*) la distancia se podrá aumentar a 50 m si la ocupación es inferior a 50 personas  |                          |                        |
| (**) la distancia se podrá aumentar a 35 m si la ocupación es inferior a 25 personas |                          |                        |

Según estas pautas, el recinto de la planta no necesitaría más de una salida de emergencia ya que la ocupación es menor de 100 personas, no hay recorridos donde se precise salvar una altura mayor de 2 metros y ningún recorrido hasta la salida tiene una longitud mayor de 25 metros en general o mayor de 50 metros cuando haya menos de 25 personas, y la salida comunica directamente con el exterior.

La nave como ya se ha dicho dispone de dos salidas de emergencia, con lo que cumple de sobras la normativa en cuanto salidas de emergencia y su longitud.

- Dimensionado de salidas y pasillos

La anchura  $A$  (m) de las puertas, pasos y pasillos tiene que ser igual a  $p$  ( $n^{\circ}$  de personas asignadas a dicho elemento de evacuación)

$$A = p/200 \rightarrow A = 9/200 = 0,045 \text{ m}$$

Como mínimo las puertas deben de tener una anchura de 0,045 para cumplir con el reglamento. Las puertas más pequeñas son las de las dependencias (aseos, despachos y laboratorio) que tienen un ancho de 0,8 m, por lo que todas las puertas de la nave cumplen con la dimensión calculada.

Para las anchuras libres en puertas, pasos y huecos de emergencia la anchura debe ser igual o mayor a 0,8 metros. La anchura de la hoja debe ser igual o mayor a 1,20 y en el caso de ser de dos hojas, igual o mayor a 0,60 metros.

En este caso las puertas de emergencia son de una doble hoja de 2.065x2.090 mm con un ancho de 2.005 mm.

- Puertas y pasillos

Las puertas de salida son abatibles con eje vertical fáciles de operar. Los pasillos son recorridos de evacuación que carecen de obstáculos.

## **2.6 VENTILACIÓN DE HUMOS Y GASES DE LA COMBUSTIÓN EN LOS EDIFICIOS INDUSTRIALES**

Al tener un nivel de riesgo intrínseco medio y la planta estar situada sobre rasante, la ventilación será de manera natural mediante las ventanas y puertas de salida.

## **2.7 INSTALACION TÉCNICA DE SERVICIOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES**

Las instalaciones eléctricas, de energía mecánica y de movimiento de materiales, manutención y elevadores del establecimiento industrial cumplirán con los requisitos exigidos por los reglamentos vigentes.

## **3. REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES.**

Se debe de tener en cuenta:

- Todos los aparatos, equipos, sistemas y componentes de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales, así como el diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de sus instalaciones, cumplirán lo preceptuado en el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de Noviembre, y la Orden de 16 de abril de 1998 sobre normas de procedimiento y desarrollo del mismo.
- Los instaladores y mantenedores de las instalaciones de protección contra incendios, a que se refiere el número anterior, tiene que cumplir los requisitos que, para ellos, establece el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios, aprobado por Real Decreto 1942/1993, de 5 de Noviembre, y disposiciones que lo complementan.
- Sistemas automáticos de detección de incendios: la norma obliga a instalar sistemas automáticos de detección de incendios si se trata de edificios de tipo C, siendo su nivel

de riesgo intrínseca medio y su superficie total construida es de 3.000 m<sup>2</sup> o superior para actividades diferentes al de almacenaje, en el caso de que este sea el propósito, la superficie se rebaja a 1.500 m<sup>2</sup>.

En este caso no es necesaria la instalación de detectores de incendios, al ser una nave de 1.200 m<sup>2</sup>.

- Sistemas manuales de alarma de incendios: por norma se requiere sistema manual de alarma en el sector de un establecimiento industrial cuando se trata de actividades de producción, cuya superficie total construida es de 1.000 m<sup>2</sup> o superior y no se requiere sistema automáticos de detección.

La nave dispone de dos alarmas manuales de incendios, una colocada al lado de la puerta de emergencia de la zona de las dependencias y otra al lado de la otra puerta de emergencia.

- Sistema de comunicación de alarma: no es necesaria al no ser un establecimiento industrial de 10.000 m<sup>2</sup> o superior

### **3.1 EXTINTORES**

Se ha de tener en cuenta del tipo de fuego que se puede generar en la nave, para ello se utiliza la clasificación que realiza el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios.

- Clase A → Fuego procedente de sólidos como maderas, plásticos, carbón, etc...
- Clase B → Fuegos procedente de líquido como gasolina, pinturas, disolventes, etc...
- Clase C → Fuegos procedente de gases como butano, gas natural, propano, etc...
- Clase D → Fuegos procedentes de metales pesados como sodio, potasio, etc...

Viendo esta clasificación, el fuego que se puede producir en la planta va a ser de tipo A básicamente, pudiendo generarse alguno de tipo B, por lo que se tendrá en cuenta a la hora de seleccionar los extintores, aunque sea una mínima posibilidad.

A continuación se muestra la tabla donde se catalogan los diferentes tipos de agente extintor respecto al tipo de fuego, que viene marcado en la tabla I-1 del RII del Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios.

Tabla 6: Tipos de agente extintor para cada tipo de fuego. Fuente: Tabla I-1 del RII del Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios.

| Agente extintor                                                                                                                                                                           | Clases de fuego (UNE 23.010) |              |           |                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------|-----------|------------------------|
|                                                                                                                                                                                           | A (Sólidos)                  | B (Líquidos) | C (Gases) | D (Metales especiales) |
| Agua pulverizada                                                                                                                                                                          | (2)xxx                       | x            |           |                        |
| Agua a chorro                                                                                                                                                                             | (2)xx                        |              |           |                        |
| Polvo BC (convencional)                                                                                                                                                                   |                              | xxx          | xx        |                        |
| Polvo ABC (convencional)                                                                                                                                                                  | xx                           | xx           | xx        |                        |
| Polvo específico metales                                                                                                                                                                  |                              |              |           | xx                     |
| Espuma física                                                                                                                                                                             | (2)xx                        | xx           |           |                        |
| Anhídrido carbónico                                                                                                                                                                       | (1)x                         | x            |           |                        |
| Hidrocarburos halogenados                                                                                                                                                                 | (1)x                         | xx           |           |                        |
| xxx → Muy adecuado<br>xx → Adecuado<br>x → Aceptable<br>(1) En fuegos poco profundos (inferior a 5 mm)<br>(2) En presencia de tensión eléctrica no son aceptables como agentes extintores |                              |              |           |                        |

Teniendo catalogado el tipo de fuego de la nave como A-B y viendo la tabla se decide por extintores de polvo ABC (polivalente). Este tipo de agente extintor se impulsa mediante presión del gas CO<sub>2</sub> comprimido en una botella y actúa o bien sobre las llamas por catálisis negativa o sobre las brasas por refrigeración y por la formación de una capa aislante e ignífuga.

A la hora de escoger el modelo de extintor de polvo ABC hay que tener en cuenta la clasificación que tienen para los combustibles A y B.

Tabla 7: Determinación de la dotación de extintores portátiles en sectores de incendios con combustible tipo A. Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

| GRADO DE RIESGO INTRÍNSECO DEL SECTOR DE INCENDIO | EFICACIA MINIMA DEL EXTINTOR | ÁREA MÁXIMA PROTEGIDA DEL SECTOR DE INCENDIOS                                                  |
|---------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| BAJO                                              | 21 A                         | Hasta 600 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso) |
| MEDIO                                             | 21 A                         | Hasta 400 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso) |
| ALTO                                              | 34 A                         | Hasta 300 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso) |

Tabla 8: Determinación de la dotación de extintores de incendios en sectores de incendio con combustible tipo B. Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

|                              |  | VOLUMEN MÁXIMO, V, DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS EN EL SECTOR DE INCENDIOS |             |              |               |
|------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------|-------------|--------------|---------------|
|                              |  | V ≤ 20                                                                | 20 < V ≤ 50 | 50 < V ≤ 100 | 100 < V ≤ 200 |
| EFICACIA MÍNIMA DEL EXTINTOR |  | 113 B                                                                 | 113 B       | 144 B        | 233 B         |

Por lo que se escogen los extintores de tipo 21A, 113B.

El total del número de extintores será de 8, distribuidos en laboratorio, sala de producción, almacén de materia prima, almacén de producto acabado y en las oficinas.

El emplazamiento de los extintores tiene que estar disponible a 15 metros de donde haya puntos donde se estime que hay más posibilidad de iniciarse un incendio, tiene que estar visibles, accesible y a una altura de 1,30 m.

Cada 5 años los extintores deben de ser revisado, y a los 20 deben de cambiarse.

### 3.2 BOCAS DE INCENDIOS EQUIPADAS

La nave dispone de tres bocas de incendio distribuidas por la nave, que coinciden con la zona de producción, y en cada uno de los almacenes. Son de tipo DN 45 mm. Se va a comprobar si cumplen con la normativa para el tipo de planta que se quiere poner.

Según el reglamento, para lo edificios de tipo C se necesitan bocas de incendio si:

- Su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1000 m<sup>2</sup> o superior.
- Su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 500 m<sup>2</sup> o superior.

Por otra parte hay que comprobar si el tipo de BIE es el correcto o si sería necesario realizar cambios.

Tabla 9: Determinación de la dotación de bocas de incendios equipadas. Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

| NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO | TIPO DE BIE | SIMULTANEIDAD | TIEMPO DE AUTONOMIA |
|----------------------------|-------------|---------------|---------------------|
| BAJO                       | DN 25 mm    | 2             | 60 min              |
| MEDIO                      | DN 45 mm    | 2             | 60 min              |
| ALTO                       | DN 45 mm    | 3             | 90 min              |

Se comprueba que se dispone de 3 bocas de DN 45 cuando son solo necesarias 2. Por lo que se cumple con el reglamento.

Las bocas de incendios cumplen con otros requisitos que también establece el reglamento:

- No existir ningún punto del establecimiento a una distancia superior a 25 metros de una boca, ni tampoco una distancia superior a 50 metros entre dos bocas, medidas con distancia real.
- El centro de la boca está instalado en una altura de 1,5 metros en relación con la tierra. La presión residual de la punta de la lanza será como mínimo de 3,5 kg/cm<sup>2</sup> y máxima de 5 kg/cm<sup>2</sup>. La presión estática de prueba será de 10 kg/cm<sup>2</sup> durante dos horas.

Las bocas instaladas llevan mangueras de un diámetro de 45 mm y se encuentran enrolladas y guardadas sobre pequeños armarios colocados sobre la boca.

### **3.3 ALUMBRADO DE EMERGENCIA**

La nave dispone de un sistema de alumbrado de emergencia que es fija con una fuente de energía propia y que entra automáticamente en funcionamiento si se produce un fallo del 70% de la tensión nominal de servicio.

Una vez que entra en funcionamiento es capaz de mantener las condiciones de servicio durante una hora mínima desde que se produce el fallo.

Tiene una iluminación de 2 lux en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación, la iluminación es uniforme siendo el cociente entre la máxima y mínima menor de 40.

De esta manera la nave cumple con la normativa que exige alumbrado de emergencia si es una planta baja rasante, con riesgo intrínseco medio o alto.

### **3.4 SEÑALIZACIÓN**

Se señalizan las salidas de emergencia y de uso habitual, y los medios de protección contra incendios, teniendo en cuenta lo que marca el Reglamento de señalización de los centros de trabajo, aprobado por Real Decreto 485/1997, de 14 de abril



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE UNA PLANTA PELETIZADORA DE BIOMASA CON  
CONTROL DE CALIDAD EN EL MUNICIPIO DE ALCAÑIZ (TERUEL)

**ANEJO 14:  
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA  
PLANTA**

**Grado de Ingeniería Forestal: Industrias forestales**

**AUTOR: PABLO AVELLANAS JAEN  
ESCUELA INGENIERÍAS AGRARIAS. SORIA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**JULIO 2015**

## **ANEJO 14. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA PLANTA**

### **1. INTRODUCCIÓN**

---

### **2. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA CONSTRUCCIÓN**

---

#### **2.1 MANIPULACIÓN DE ELEMENTOS PREFABRICADOS**

### **3. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO DE PLANTA**

---

#### **3.1 MEDIDAS INTEGRADAS**

#### **3.2 MEDIDAS NO INTEGRADAS**

#### **3.3 MEDIDAS EN EL ENTORNO**

#### **3.4 MEDIDAS SOBRE LOS OPERARIOS**

### **4. MEDIDAS PREVENTIVAS Y PRIMEROS AUXILIOS**

---

## **ANEJO 14: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA PLANTA.**

### **1. INTRODUCCIÓN**

El presente anejo se dividirá en dos partes, en la primera se estudiara la seguridad y salud en la construcción de los habitáculos realizados con PLADUR, y en la segunda parte se estudiara la seguridad y salud en los trabajos habituales de la planta.

### **2. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA CONSTRUCCIÓN.**

Se establecen las medidas que se han de tomar en cuanto prevención de riesgo de accidentes y enfermedades profesionales.

Se tiene en cuenta el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, de Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, que obliga la inclusión de un Estudio Básico de Seguridad y Salud en el Trabajo.

El artículo 4 indica la obligatoriedad del desarrollo del mismo en el caso de:

- 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 laborales, empleándose en algún momento 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.
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

En este caso no es necesaria la realización del estudio, pero aun así se marcaran las medidas que se deben de tomar a la hora de realizar el montaje de PLADUR.

#### **2.1 MANIPULACIÓN DE ELEMENTOS PREFABRICADOS**

En primer lugar se debe de ver los riesgos que puede tener el montaje de PLADUR.

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de herramientas u objetos desde las plataformas de trabajo.
- Atropellos, golpes y vuelcos de las máquinas y vehículos de obra.
- Aplastamientos o golpes por cargas suspendidas.
- Heridas con objetos punzantes.
- Interferencia con vías en servicio
- Intoxicación por emanaciones de materiales para impermeabilizaciones.

Ante estos riesgos se toman las siguientes medidas preventivas:

Los distintos tipos de elementos prefabricados se colocarán en sus respectivos lugares de emplazamiento, de acuerdo con las siguientes instrucciones:

- En las operaciones de elevación y descenso, para el transporte y colocación, se sujetaran en los dispositivos previstos a tal fin en sus culatas. Solo deberán apoyarse en los puntos indicados. Cuando vayan sobre vehículos se asegurarán de tal forma que no puedan volcar o estar expuestas a giros o golpes.
- Tanto el transporte como la colocación de los prefabricados se realizaran bajo el control y ordenes de un jefe de maniobra con formación.

Por otro lado se deben de facilitar a los trabajadores los equipos de protección individual para esta clase de trabajo:

- Protección en la cabeza: cascos de seguridad para choques e impactos.
- Protección del sistema auditivo: bien con tapones de protección auditiva desechables o reutilizables, con cascos antirruidos u orejeras con arnés de cabeza, nuca o bajo la barbilla.
- Protección de los ojos y cara: gafas de montura universal.
- Protección del sistema respiratorio: equipos filtrantes de partículas.
- Protección de las extremidades superiores: guantes contra agresiones mecánicas.
- Protección del tren inferior: calzado de seguridad.
- Protección total del cuerpo: ropa de protección contra el tiempo, antipolvo, protección de agresiones mecánicas y accesorios de señalización.
- Protección del cuerpo: arnés de seguridad completo.
- Protección del tronco y abdomen: fajas y cinturones antivibratorios.

También se dispone de protecciones colectivas:

- Si existe peligro de desprendimiento se colocaran redes o telas metálicas de protección.
- Vallas de limitación y protección.
- Si hay riesgo de caída en altura se instalarán barandillas de protección superior a 90 cm.
- Setas de color para proteger las esperas metálicas de estructura para evitar pinchazos.
- Redes de seguridad anticaídas.

Aunque no sea necesario el estudio de seguridad y salud en la construcción, ya que en si no se realiza ninguna construcción importante que cumpla los criterios marcados por el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, de Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, se marcan las pautas para la colocación de los prefabricados de pladur para evitar cualquier tipo de imprevisto que cause daño personal y material.

### 3. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO DE LA PLANTA

En el trabajo cotidiano de la planta se debe de tener en cuenta los riesgos que puede tener el manejo de las diferentes máquinas y acorde a ello realizar unas medidas preventivas para evitar accidentes.

Se distinguirán dos tipos de medidas, las medidas de seguridad integradas, que son las que provienen con las máquinas y las medidas de seguridad no integradas.

#### 3.1 MEDIDAS INTEGRADAS

En primer lugar se verán los riesgos de cada una de las máquinas que son requeridas en la planta y que describe el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Tabla 1: Medidas de prevención integradas. Fuente: Elaboración propia.

| MAQUINARIA           | RIESGO                                                                                                                                                                         | MEDIDAS                                                                                                                                                           |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TRITURADORA          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Caída en el interior.</li> <li>- Atrapamiento por los elementos móviles.</li> <li>- Golpes.</li> </ul>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cerramiento con pantalla.</li> <li>- Sistema automatizado el proceso.</li> </ul>                                         |
| CINTA TRANSPORTADORA | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Atrapamiento en los tambores.</li> <li>- Caída de personas.</li> <li>- Caída de materiales.</li> <li>- Inhalación de polvo</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cubierta en el recorrido de la cinta.</li> <li>- Colocar la cinta a una altura media.</li> </ul>                         |
| MEZCLADORA           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Atrapamiento en la boca de entrada o salida.</li> <li>- Inhalación de polvo</li> </ul>                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pantalla protectora.</li> <li>- Sistema automatizado del proceso.</li> </ul>                                             |
| SECADERO             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Atrapamiento en la boca de entrada o salida.</li> <li>- Quemaduras.</li> <li>- Inhalación de humos.</li> <li>- Incendio</li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema automatizado del proceso.</li> <li>- Sistema de extracción de humos.</li> <li>- Supresor de explosión</li> </ul> |
| CRIBADORA            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Atrapamiento.</li> <li>- Atasco del material.</li> <li>- Expulsión de polvo.</li> </ul>                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema automatizado del proceso.</li> <li>- Pantalla protectora</li> </ul>                                              |
| CALDERA DE BIOMASA   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Expulsión e inhalación de humo.</li> <li>- Quemaduras.</li> </ul>                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema automatizado.</li> <li>- Compartimento de cenizas.</li> <li>- Extractor de humo.</li> </ul>                      |

|                      |                                                                |                                                                                                                                                                                                |
|----------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      | - Expulsión de cenizas.                                        |                                                                                                                                                                                                |
| PELETIZADORA         | - Atrapamiento en la boca de entrada.<br>-Atasco del material. | - Sistema automatizado del proceso.<br>- Pantalla de protección                                                                                                                                |
| PALA CARGADORA       | - Atropello.<br>- Vuelco de la máquina.<br>- Choque con otros. | - Claxon e iluminación adecuada.<br>- Cuando la máquina esta parada, la cuchara estará tocando el suelo y los calzos puestos.<br>- Mantenimiento de la máquina.<br>- Limitadores de velocidad. |
| CARRETILLA ELEVADORA | - Atropello.<br>- Vuelco de la máquina.<br>- Choque con otros. | - Claxon e iluminación adecuada.<br>- Mantenimiento de la máquina.<br>- Cuando la máquina esta parada, las horquillas deben de estar abajo.<br>- Limitadores de velocidad                      |

A parte de las medidas específicas de cada máquina, todas disponen de botón de parado de emergencia.

### 3.2 MEDIDAS NO INTEGRADAS

Estas medidas se dividen en dos, una sobre los operarios y otras sobre el entorno de trabajo.

#### 3.2.1 MEDIDAS EN EL ENTORNO

Todas las máquinas irán ancladas al suelo para evitar vibraciones en el entorno de esta manera se minimiza los efectos del ruido y enfermedades creadas por la vibración continua de las máquinas.

En la zona de producción se colocaran pantallas que servirán como medida ante el ruido, haciendo que revoten las ondas sonoras y evitando que lleguen a otras zonas de la planta.

Por otra parte las salas de oficinas y laboratorio están realizadas con material aislante acústico que reducirá el ruido provocado en la sala de producción.

Como se ha comentado en el anejo de la instalación de prevención contra incendios, se dispone de diversos extintores y mangueras.

### **3.2.2 MEDIDAS SOBRE LOS OPERARIOS**

Las medidas sobre los operarios se realizarán de dos maneras, una con material de protección activa y la otra de forma indirecta.

- Medidas activas: son los denominados EPIS (equipos de protección individual). Una vez conocidas los diferentes riesgos se determina dar a los operarios que trabajen en la zona de producción y almacenes los siguientes elementos:
  - Casco protector.
  - Ropa de trabajo, pantalones y parte de arriba.
  - Guantes anticorte.
  - Manguitos anticorte por si se debe manipular alguna maquina en caso de avería.
  - Botas con puntera de acero.
  - Gafas de protección.
  - Tapones con banda.
  - Chalecos reflectantes para cuando la pala y la carretilla estén en funcionamiento.

Todo personal que trabaje en la zona de producción o en los almacenes deberán usar estos equipos, cuando el coordinador/técnico entre en esta zona, deberá también equiparse con el EPI.

Para el personal que deba trabajar en el laboratorio se les dará:

- Bata resistente a abrasiones.
  - Guantes de látex y guantes resistentes a las quemaduras.
  - Gafas de protección.
- Medidas indirectas: todos los trabajadores reciban diversos cursos de formación en temática de prevención de accidentes laborales, de cómo trabajar para evitar enfermedades laborales y cómo actuar en su centro de trabajo. Así mismo se mantendrá la planta ordenada y limpia para evitar accidentes.

#### **4. MEDIDAS PREVENTIVAS Y PRIMEROS AUXILIOS**

- **RECONOCIMIENTO MEDICO:** todo el personal deberá pasar un reconocimiento médico al ser contratado y de manera anual.
- **BOTIQUINES:** se dispondrá de un botiquín con las características que marca la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, con los medios necesarios para realizar unas primeras curas.
- **ASISTENCIA:** se dispondrá de una lista con los teléfonos de emergencia en caso de accidente y de la mutua contratada.



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE UNA PLANTA PELETIZADORA DE BIOMASA CON  
CONTROL DE CALIDAD EN EL MUNICIPIO DE ALCAÑIZ (TERUEL)

# **ANEJO 15: PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA**

**Grado de Ingeniería Forestal: Industrias forestales**

**AUTOR: PABLO AVELLANAS JAEN  
ESCUELA INGENIERÍAS AGRARIAS. SORIA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**JULIO 2015**

## **ANEJO 15. PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA**

### **1. INTRODUCCIÓN**

---

### **2. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD**

---

**2.1 ESTRUCTURA DE LOS PERFILES DE LOS TABIQUES DE PLADUR**

**2.2 PLANCHAS DE PLADUR DE TABIQUES**

**2.3 ESTRUCTURA DE LOS PERFILES DE TECHO DE PLADUR**

**2.4 PLANCHAS DE PLADUR DE TECHOS**

**2.5 FONTANERÍA DEL LABORATORIO**

**2.6 ELECTRICIDAD**

**2.7 CARPINTERÍA**

**2.8 PINTURA**

**2.9 MOBILIARIO Y MAQUINARIA**

### **3. PREVISIÓN DE TIEMPOS**

---

**3.1 MEDIDAS INTEGRADAS**

**3.2 MEDIDAS NO INTEGRADAS**

**3.3 MEDIDAS EN EL ENTORNO**

**3.4 MEDIDAS SOBRE LOS OPERARIOS**

### **4. PROGRAMA DE EJECUCIÓN**

---

### **5. PROGRAMA DE PUESTO EN MARCHA**

---

### **6. DIAGRAMA DE GANNT**

---

## **ANEJO 15: PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA**

### **1. INTRODUCCIÓN**

El objetivo es hacer una aproximación precisa de la duración de las obras necesarias para que se lleve a cabo el desarrollo del proyecto, la programación de ejecución y su puesta en marcha.

### **2. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD**

Se divide la ejecución del proyecto en los diferentes capítulos por orden cronológico. Se hará una descripción de cada uno y si les dará una aproximación de tiempo para llevarlo a cabo, determinando el tiempo total desde que se ejecuta el proyecto hasta su puesta en marcha.

#### **2.1 ESTRUCTURA DE LOS PERFILES DE LOS TABIQUES DE PLADUR.**

Colocación de los perfiles de chapa galvanizada realizando el perfil para su posterior colocación de las placas de pladur.

#### **2.2 PLANCHAS DE PLADUR DE TABIQUES.**

Colocación de las planchas de pladur en los perfiles colocados.

#### **2.3 ESTRUCTURA DE LOS PERFILES DEL TECHO DE PLADUR.**

Colocación de los perfiles y colgantes de chapa galvanizada.

#### **2.4 PLANCHAS DE PLADUR DE TECHOS.**

Colocación de la lana mineral y de las 3 capas de yeso laminado sobre el perfil de techo.

#### **2.5 FONTANERIA DEL LABORATORIO.**

Colocación de los conductores de agua (fría y caliente) y lavabos.

#### **2.6 ELECTRICIDAD.**

Instalación de la iluminación de oficina, laboratorio y almacén. Instalación de tomas de fuerza.

#### **2.7 CARPINTERÍA.**

Colocación de puertas.

#### **2.8 PINTURA.**

Aplicación de pintura sobre las instalaciones de pladur y sobre el suelo para marcar las zonas de almacenes.

#### **2.9 MOBILIARIO Y MAQUINARIA.**

Colocación del mobiliario y maquinaria como se ha establecido.

### 3. PREVISIÓN DE TIEMPOS

Tabla 1: Tiempos de ejecución. Fuente: Elaboración propia.

| ACTIVIDADES DE OBRA                                   | DÍAS         |
|-------------------------------------------------------|--------------|
| Estructura de los perfiles de los tabiques de pladur. | 3            |
| Planchas de pladur de tabiques.                       | 3            |
| Estructura de los perfiles del techo de pladur.       | 2            |
| Planchas de pladur del techo.                         | 2            |
| Fontanería del laboratorio.                           | 1            |
| Electricidad.                                         | 3            |
| Carpintería.                                          | 1            |
| Pintura.                                              | 3            |
| Mobiliario y maquinaria.                              | 40           |
| Pruebas y puesta en marcha.                           | 30           |
| Seguridad.                                            | Toda la obra |

La duración se estima en 88 días, aunque no es la suma total, ya que hay trabajos que se solapan en el tiempo. La estimación global se puede ver en el diagrama de Gantt.

### 4. PROGRAMA DE EJECUCIÓN

Las obras se llevarán a cabo en lo considerado el año cero del proyecto, siendo el año 1 cuando se comience la producción.

Los equipos de las diferentes actividades serán asignados por el Director de obra, que además determinará el tiempo de las mismas, según lo calculado en este anejo.

La jornada laboral será de 8 horas diarias y 5 días a la semana.

El plazo de ejecución de las obras viene siendo de 80-100 días, que corresponde a 4-5 meses, por lo que se empezarán las obras el 1 de mayo con el fin de estar acabado para principio de septiembre, de esta manera se podrá comenzar a producir a finales de septiembre principio de octubre coincidiendo con el aumento de demanda del producto.

### 5. PROGRAMA DE PUESTA EN MARCHA

Una vez ejecutadas las obras e instalación de la planta necesaria para el funcionamiento de la industria, se fijan 30 días para realizar las comprobaciones pertinentes para verificar que el funcionamiento y la puesta en punto de todos los equipos es el correcto, así como la verificación de las características de producción que se describen en el proyecto.

Cuando se compruebe que todo está correcto, la actividad productiva empezará a funcionar a la semana siguiente. Durante la semana que se deja, se aprovisionara de los materiales y productos necesarios para el inicio de la producción. El proceso productivo con sus tiempos está reflejado en el correspondiente anejo.

## **6. DIAGRAMA DE GANTT**

El gráfico representa visualmente la distribución temporal del proyecto. Muestra los inicios y finales mínimos de cada actividad.

Es un sistema de coordenadas donde se representa:

- Eje horizontal: es el tiempo, donde se muestran las semanas y los meses.
- Eje Vertical: se diferencian las diferentes actividades que se deben de realizar. A cada actividad le corresponde una línea horizontal, donde se coloreara cuando se ejecute, y será de largo el equivalente a días o semanas que dure dicha actividad.





---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE UNA PLANTA PELETIZADORA DE BIOMASA CON  
CONTROL DE CALIDAD EN EL MUNICIPIO DE ALCAÑIZ (TERUEL)

# **ANEJO 16: ESTUDIO ECONÓMICO Y FINANCIERO**

**Grado de Ingeniería Forestal: Industrias forestales**

**AUTOR: PABLO AVELLANAS JAEN  
ESCUELA INGENIERÍAS AGRARIAS. SORIA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**JULIO 2015**

## **ANEJO 16. ESTUDIO ECONÓMICO Y FINANCIERO**

### **1. ESTUDIO DE LA INVERSIÓN Y SU FINANCIACIÓN**

---

**1.1 AMORTIZACIÓN DE LAS INVERSIONES**

**1.2 FINANCIACIÓN EXTERNA**

### **2. ESTUDIO ECONÓMICO**

---

**2.1 INGRESOS DE TIPO ORDINARIO**

**2.2 INGRESOS DE TIPO EXTRAORDINARIO**

**2.3 GASTOS ORDINARIOS**

**2.4 GASTOS EXTRAORDINARIOS**

**2.5 IMPUESTOS**

### **3. BALANCE DE SITUACIÓN INICIAL**

---

### **4. CUENTAS DE RESULTADOS INICIAL Y FLUJOS DE CAJA**

---

### **5. RATIOS Y CRITERIOS DE RENTABILIDAD**

---

### **6. CONCLUSIONES**

---

## **ANEJO 16: ESTUDIO ECONÓMICO Y FINANCIERO**

### **INTRODUCCIÓN**

Se realiza un estudio económico y financiero de nivel general, planificando con estimaciones y previsiones los cálculos para hallar la viabilidad y rentabilidad del proyecto.

El estudio se divide en los siguientes pasos:

1. Estudio de la inversión y su financiación.
2. Estudio económico.
3. Balance de situación inicial.
4. Cuenta de resultados inicial y flujos de caja.
5. Ratios y criterios de rentabilidad.
6. Conclusiones.

### **1. ESTUDIO DE LA INVERSIÓN Y SU FINANCIACIÓN**

Se necesitan de las siguientes inversiones:

*Tabla 1: Inversiones del proyecto. Fuente: Elaboración propia.*

| <b>LA NAVE, OBRA Y MAQUINARIA</b>                                                                                |                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Alquiler de la nave + fianza                                                                                     | 30.000 €              |
| Obras remodelación de la nave                                                                                    | 14.774,5 €            |
| Obras de instalación eléctrica y de fontanería                                                                   | 8.196,33 €            |
| Adquisición de maquinaria para la producción                                                                     | 1.096.725,00 €        |
| Gastos en concepto de dirección de obras de albañilería e instalaciones, permisos y licencias de obra. (4% + 2%) | 68.981,74 €           |
| Gastos generales y Beneficio industrial                                                                          | 252.933,08 €          |
| <b>SUMA</b>                                                                                                      | <b>1.471.610,65 €</b> |
| <b>21% IVA</b>                                                                                                   | <b>309.038,23 €</b>   |
| <b>TOTAL</b>                                                                                                     | <b>1.780.648,88 €</b> |
| <b>MOBILIARIO, EQUIPOS INFORMATICOS Y VEHICULOS</b>                                                              |                       |
| Mobiliario y equipos informáticos                                                                                | 16.000 €              |
| Vehículo                                                                                                         | 17.500 €              |
| <b>SUMA</b>                                                                                                      | <b>33.500 €</b>       |
| <b>21% IVA</b>                                                                                                   | <b>7.035 €</b>        |
| <b>TOTAL</b>                                                                                                     | <b>40.535 €</b>       |

Los datos obtenidos son las cuantías para realizar las inversiones necesarias y proceden de los presupuestos del proyecto, incorporando el mobiliario, equipo informático y un vehículo.

La nave se encuentra en el polígono industrial "Fomenta" de la localidad de Alcañiz, y se alquila mediante un contrato de arrendamiento con el ayuntamiento de la localidad.

El resto de las inversiones del activo material se relacionan en otra tabla, donde se detallan las cantidades, amortizaciones y previsión de consumo.

Para hacer frente a estos gastos de esta inversión, se consideran tres opciones de financiación:

- a) 100% mediante Fondos Propios: 1.821.183,88 €
- b) 50% mediante Fondos Propios: 910.591,94 €  
50% mediante Financiación Externa: 910.591,94 €
- c) 100% mediante Financiación Externa: 1.821.183,88 €

No se tienen en cuenta las posibles subvenciones o ayudas que se pudieran pedir de los diversos organismos estatales.

Se establece una vida útil del negocio de 20 años. La adquisición de las inversiones y su correspondiente pago se realizara desde el año 0 hasta el año 20 mediante los beneficios obtenidos de la planta, dejando un año adicional para liquidar la inversión, de esta manera una vez cesado la actividad productiva, se recuperen los valores residuales de los activos.

### 1.1 AMORTIZACIÓN DE LAS INVERSIONES

Se estiman las siguientes amortizaciones:

➤ **Maquinaria, mobiliario, equipos informáticos y vehículos.**

Vida útil 10 años con un 10% de amortización anual y un valor residual del 15%.

En este caso no se dispone de obra civil como tal, sino de remodelación de la nave, que además debe ser desmontado el día que cese el contrato de alquiler con el Ayuntamiento, por eso no dispone de amortización ni valor residual.

### 1.2 FINANCIACIÓN EXTERNA

El modo de financiación será externo, mediante entidades de crédito públicas o privadas. Se optara por dos operaciones de financiación, el primero con garantía hipotecaria y otro como préstamo personal.

- a) Préstamo con garantía hipotecaria con las siguientes condiciones del 100% de la financiación:

El importe será de 2.000.000 €, tendrá una duración de 10 años, con un tipo de interés del 7%.

A continuación se verán los dos tipos de pago, mediante la amortización por cuotas constantes (sistema francés) y el sistema de amortización americano o al vencimiento.

➤ **Sistema amortización francés o por cuotas constantes:**

Cuota constante de amortización de un préstamo =  $c_0 x \frac{i x (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$

$C_0$ = Cantidad nominal del préstamo.

$n$ = duración de la operación en años.

$i$  = tipo de interés efectivo.

$$\text{Cuota constante} = 2.000.000 \times \frac{0,07 \times (1+0,07)^{10}}{(1+0,07)^{10} - 1} = 2844.755,00 \text{ €}$$

Tabla 2: Cuadro amortización sistema francés 100% financiación .Fuente: Elaboración propia.

| AÑOS           | CAPITAL VIVO   | CUOTA                 | INTERES             | AMORTIZACIÓN          |
|----------------|----------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|
| 1              | 2.000.000,00 € | 284.755,00 €          | 140.000,00 €        | 144.755,00 €          |
| 2              | 1.855.245,00 € | 284.755,00 €          | 129.867,15 €        | 154.887,85 €          |
| 3              | 1.700.357,15 € | 284.755,00 €          | 119.025,00 €        | 165.730,00 €          |
| 4              | 1.534.627,15 € | 284.755,00 €          | 107.423,90 €        | 177.331,10 €          |
| 5              | 1.357.296,05 € | 284.755,00 €          | 95.010,72 €         | 189.744,28 €          |
| 6              | 1.167.551,77 € | 284.755,00 €          | 81.728,62 €         | 203.026,38 €          |
| 7              | 964.525,39 €   | 284.755,00 €          | 67.516,77 €         | 217.238,23 €          |
| 8              | 747.287,16 €   | 284.755,00 €          | 52.310,10 €         | 232.444,9 €           |
| 9              | 514.842,26 €   | 284.755,00 €          | 36.038,95 €         | 248.716,05 €          |
| 10             | 266.126,21 €   | 284.755,00 €          | 18.628,79 €         | 266.126,17 €          |
| <b>TOTALES</b> |                | <b>2.847.550,00 €</b> | <b>847.550,00 €</b> | <b>2.000.000,00 €</b> |

➤ **Sistema amortización americano o al vencimiento del 100% de la financiación.**

Cada año se paga una cuota que recoge los intereses, pero no se amortiza el capital inicial, excepto en el período final que incluye la cuota de los intereses y la amortización total del capital.

$$\text{Cuota anual} = 2.000.000 \times 7\% = 140.000 \text{ €}$$

$$\text{Cuota final} = 2.000.000 + (2.000.000 \times 7\%) = 2.140.000 \text{ €}$$

Tabla 3: Cuadro amortización sistema americano del 100% de la financiación. Fuente: Elaboración propia.

| AÑO            | CUOTA ANUAL           | INTERESES             | CAPITAL AMORTIZAR | POR | CAPITAL AMORTIZADO    |
|----------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|-----|-----------------------|
| 0              |                       |                       | 2.000.000,00 €    |     |                       |
| 1              | 140.000,00 €          | 140.000,00 €          | 2.000.000,00 €    |     | 0,00 €                |
| 2              | 140.000,00 €          | 140.000,00 €          | 2.000.000,00 €    |     | 0,00 €                |
| 3              | 140.000,00 €          | 140.000,00 €          | 2.000.000,00 €    |     | 0,00 €                |
| 4              | 140.000,00 €          | 140.000,00 €          | 2.000.000,00 €    |     | 0,00 €                |
| 5              | 140.000,00 €          | 140.000,00 €          | 2.000.000,00 €    |     | 0,00 €                |
| 6              | 140.000,00 €          | 140.000,00 €          | 2.000.000,00 €    |     | 0,00 €                |
| 7              | 140.000,00 €          | 140.000,00 €          | 2.000.000,00 €    |     | 0,00 €                |
| 8              | 140.000,00 €          | 140.000,00 €          | 2.000.000,00 €    |     | 0,00 €                |
| 9              | 140.000,00 €          | 140.000,00 €          | 2.000.000,00 €    |     | 0,00 €                |
| 10             | 2.140.000,00 €        | 140.000,00 €          | 0,00 €            |     | 2.000.000,00 €        |
| <b>TOTALES</b> | <b>3.400.000,00 €</b> | <b>1.400.000,00 €</b> |                   |     | <b>2.000.000,00 €</b> |

- b) Préstamo con garantía hipotecaria con las siguientes condiciones del 50% de la financiación:

➤ **Sistema amortización francés o por cuotas constantes:**

$$\text{Cuota constante} = 1.000.000 \times \frac{0,07 \times (1+0,07)^{10}}{(1+0,07)^{10} - 1} = 142.377,50 \text{ €}$$

Tabla 4: Cuadro amortización sistema francés 50% financiación .Fuente: Elaboración propia.

| AÑOS           | CAPITAL VIVO   | CUOTA                 | INTERES             | AMORTIZACIÓN          |
|----------------|----------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|
| 1              | 1.000.000,00 € | 142.377,50 €          | 70.000,00 €         | 72.377,50 €           |
| 2              | 927.622,50 €   | 142.377,50 €          | 64.933,57 €         | 77.443,93 €           |
| 3              | 850.178,57 €   | 142.377,50 €          | 59.512,50 €         | 82.865,00 €           |
| 4              | 767.313,57 €   | 142.377,50 €          | 53.711,95 €         | 88.665,55 €           |
| 5              | 678.648,02 €   | 142.377,50 €          | 47.505,36 €         | 94.872,14 €           |
| 6              | 583.775,88 €   | 142.377,50 €          | 40.864,31 €         | 101.513,20 €          |
| 7              | 482.262,68 €   | 142.377,50 €          | 33.758,38 €         | 108.619,12 €          |
| 8              | 373.643,56 €   | 142.377,50 €          | 26.155,05 €         | 116.222,45 €          |
| 9              | 257.421,11 €   | 142.377,50 €          | 18.019,57 €         | 124.357,93 €          |
| 10             | 133.063,18 €   | 142.377,50 €          | 9.314,31 €          | 133.063,18 €          |
| <b>TOTALES</b> |                | <b>1.423.775,00 €</b> | <b>423.775,00 €</b> | <b>1.000.000,00 €</b> |

➤ **Sistema amortización americano o al vencimiento del 50% de la financiación.**

$$\text{Cuota anual} = 1.000.000 \times 7\% = 70.000 \text{ €}$$

$$\text{Cuota final} = 1.000.000 + (1.000.000 \times 7\%) = 1.070.000 \text{ €}$$

Tabla 5: Cuadro amortización sistema americano del 50% de la financiación. Fuente: Elaboración propia.

| AÑO            | CUOTA ANUAL           | INTERESES           | CAPITAL AMORTIZAR | POR | CAPITAL AMORTIZADO    |
|----------------|-----------------------|---------------------|-------------------|-----|-----------------------|
| 0              |                       |                     | 1.000.000,00 €    |     |                       |
| 1              | 70.000,00 €           | 70.000,00 €         | 1.000.000,00 €    |     | 0,00 €                |
| 2              | 70.000,00 €           | 70.000,00 €         | 1.000.000,00 €    |     | 0,00 €                |
| 3              | 70.000,00 €           | 70.000,00 €         | 1.000.000,00 €    |     | 0,00 €                |
| 4              | 70.000,00 €           | 70.000,00 €         | 1.000.000,00 €    |     | 0,00 €                |
| 5              | 70.000,00 €           | 70.000,00 €         | 1.000.000,00 €    |     | 0,00 €                |
| 6              | 70.000,00 €           | 70.000,00 €         | 1.000.000,00 €    |     | 0,00 €                |
| 7              | 70.000,00 €           | 70.000,00 €         | 1.000.000,00 €    |     | 0,00 €                |
| 8              | 70.000,00 €           | 70.000,00 €         | 1.000.000,00 €    |     | 0,00 €                |
| 9              | 70.000,00 €           | 70.000,00 €         | 1.000.000,00 €    |     | 0,00 €                |
| 10             | 1.070.000,00 €        | 70.000,00 €         | 0,00 €            |     | 1.000.000,00 €        |
| <b>TOTALES</b> | <b>1.700.000,00 €</b> | <b>700.000,00 €</b> |                   |     | <b>1.000.000,00 €</b> |

Viendo los dos tipos de financiación disponibles, se opta por el sistema de amortización francés, ya que aunque anualmente la cuota es mayor, esta se mantiene siempre estable y aun siendo los mismos intereses, el total final es menor que con el sistema americano.

c) Préstamo personal.

Se solicitara un préstamo personal en el caso de financiación propia, para un respaldo como fondo de maniobra y evitar problemas de liquidez si los hubiera, esta financiación se calculara por el desfase entre los pagos iniciales y los cobros a realizar, una vez elaborado los productos a vender. Las condiciones serán:

Importe: 500.000,00 €

Interés: 8%

Duración: 3 años, con una amortización de 250.000,00€ por año. Pagando el primer año el segundo año un total de 290.000 € y el tercer año 270.000 €.

## **2. ESTUDIO ECONÓMICO**

Se realiza el plan económico para comprobar la viabilidad del proyecto, se realizara mediante previsiones y simulacros de lo que se espera sacar con la planta a pleno rendimiento.

Como se ha indicado la vida del proyecto es de 20 años. Se supondrá que cada año el precio tanto de las ventas como del consumo e inversiones aumenta un 5%, independientemente de que el I.P.C. que se genere cada año sea de una cuantía u otra.

Se van a realizar los cálculos de ingresos y gastos previsibles en el primer ejercicio. A continuación con los datos obtenidos se realizara el balance con las tres situaciones de financiación descritas.

Con los datos iniciales de los resultados de las amortizaciones y las provisiones por depreciación y los intereses de los préstamos, se incremente el 5% de IPC en la base imponible de todas las partidas tanto de compras como de ventas, para posteriormente elaborar los resultados de los 19 ejercicios posteriores para obtener los beneficios brutos de cada ejercicio y de ahí sacar la cuota a pagar de los impuestos por sociedades, que es lo que falta en el flujo de caja.

Los importes del flujo de caja corresponden a los pagos y cobros ordinarios y extraordinario con el IVA incluido. En la columna de pagos también se tiene en cuenta el pago de los préstamos (amortización del capital + intereses) y la cuota del impuesto de sociedades, no se tiene en cuenta las amortizaciones de los activos ni las provisiones por depreciación.

De los cobros y pagos se obtiene el flujo de caja con el que analizar los índices y ratios del negocio.

## 2.1 INGRESOS DE TIPO ORDINARIO

Son lo que provienen de la actividad normal de la industria, es decir, la venta de pellets en cualquiera de sus formas. Se considera el precio actual del mercado marcado por AVEBIOM.

Los precios ya llevan el IVA del 21% incluido, así como un transporte medio de 200 km.

Tabla 6: Precios de los diferentes tipos de venta de pellet. Fuente: AVEBIOM 2014.

|                                      |                           |
|--------------------------------------|---------------------------|
| Pellet en saco de 15 kg              | ENplus-A1 = 4,35 €/saco   |
|                                      | ENplus-A2 = 4,05 €/saco   |
| Pellet a granel                      | ENplus-A1 = 253,38 €/tn   |
|                                      | ENplus-A2 = 206,63 €/tn   |
| Pellet en Big bag (saco de 1.000 kg) | ENplus-A1 = 219,84 €/saco |
|                                      | ENplus-A2 = 185,12 €/saco |

Con los precios se puede calcular los ingresos:

Tabla 7: Ingresos anuales. Fuente: Elaboración propia.

| PRODUCTO             | PRODUCCIÓN (tn/año)   | PRECIO VENTA (€/tn) | INGRESOS (€/AÑO)      |
|----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|
| Pellet saco de 15 kg | ENplus-A1 = 3.255,019 | 290                 | 943.955,65            |
|                      | ENplus-A2 = 2.170,013 | 270                 | 585.903,51            |
| Pellet a granel      | ENplus-A1 = 2.604,051 | 253,38              | 659.814,44            |
|                      | ENplus-A2 = 1.736,010 | 206,63              | 358.711,82            |
| Pellet a Big Bag     | Enplus-A1 = 651,003   | 219,84              | 143.116,49            |
|                      | Enplus-A2 = 434,003   | 185,12              | 80.342,63             |
| <b>TOTAL</b>         |                       |                     | <b>2.771.844,51 €</b> |

Los ingresos brutos del primer año serían de 2.771.844,51 €, con el IVA incluido.

## 2.2 INGRESOS DE TIPO EXTRAORDINARIO

Proceden de la venta de la maquinaria una vez acabada su vida útil. Esta se ha estimado en 10 años, con un valor residual del 15% del valor original. En este caso las obras de remodelación no tienen valor residual ya que una vez acabada la actividad se deberán demoler.

### ➤ Cobro extraordinario a los 10 y 20 años:

Valor maquinaria antigua = **164.508,75 €**

Este valor se recibirá cada diez años.

### 2.3 GASTOS ORDINARIOS

Los generados en la industria debido al funcionamiento y al proceso de producción. Se pueden clasificar en directos e indirectos, aunque todos los gastos ordinarios se traten igual.

➤ **Materias primas.**

Dependiendo de su procedencia costarán un valor u otro.

Tabla 8: Costes materia prima. Fuente: Elaboración propia.

| MATERIA PRIMA                        | ESPECIE             | CANTIDAD (tn/año) | PRECIO (€/tn) | COSTE ANUAL (€/año) |
|--------------------------------------|---------------------|-------------------|---------------|---------------------|
| Residuos forestales                  | <i>P.sylvestris</i> | 7.398,817         | 35            | 258.958,59          |
|                                      | <i>P.halpensis</i>  | 2.357,778         | 33            | 77.806,67           |
|                                      | <i>P.nigra</i>      | 3.262,61          | 36            | 117.453,96          |
| Tratamientos silvícolas              | <i>P.sylvestris</i> | 422,80            | 29            | 12.261,2            |
|                                      | <i>P.halpensis</i>  | 392,82            | 29            | 11.391,78           |
|                                      | <i>P.nigra</i>      | 234,27            | 29            | 6.793,83            |
| Industrias de primera transformación |                     | 201,49            | 45            | 9.067,05            |
| <b>TOTAL</b>                         |                     |                   |               | <b>493.733,08</b>   |

El precio de la materia prima lleva incluido el IVA.

➤ **Envases y embalajes.**

Los sacos tienen una capacidad de 15 kg, siendo la producción destinada a este método de venta 5.425,032 tn, se necesitan un total de 361.668,8 → 361.669 sacos.

Cada palé contiene 70 sacos por lo que se necesitan 5.166,7 → 5.167 palés.

Los palés van envueltos en film, cada pale precisa de unos 10 m de film, por lo que se necesitan 51.667 m de film para envolver.

Cada bolsa de Big Bag contiene 1.000 kg, siendo la producción destinada a este tipo de venta de 1.085,006 tn, se precisa un total de 1.085,006 → 1.086 sacos.

Una vez calculadas las necesidades, se pasa a desarrollar una tabla con los precios de unidad y el precio total de los gastos en envases y embalajes con I.V.A. incluido.

Tabla 9: Costes material de envasado. Fuente: Elaboración propia.

| ENVASE           | CANTIDAD (Ud/año) | PRECIO (€/año) | COSTE ANUAL (€/año) |
|------------------|-------------------|----------------|---------------------|
| Saco para pellet | 361.669           | 0,038          | 13.743,42           |
| Palé             | 5.167             | 2,9            | 14.984,3            |
| Film             | 51.667            | 0,027          | 1.395,00            |
| Saco Big Bag     | 1.086             | 1,21           | 1.314,06            |
| <b>TOTAL</b>     |                   |                | <b>31.436,78</b>    |

➤ **Mano de obra.**

Como ya se describe en el anejo 8, se necesita un total de 9 trabajadores en la planta para desarrollar con eficacia el trabajo de la planta durante los dos turnos diarios. Se dividen en palista, controlador de la producción, ensacador/paletizador, ingeniero (que será el gerente), administrativo y comercial.

Se realizarán un total de 14 pagas anuales, coincidiendo con cada mes, más dos extraordinarias, una en julio y otra en diciembre, coincidiendo con la época de verano y navidades.

Los salarios mínimos se marcan con el convenio colectivo para las empresas “Bio Ecoforest, S.L” m “Ecoforest Geotermia, S.L”, “Biomasa Ecoforestal de Villacañas, S.A.U.”, “Vapormatra, S.A.” publicado con el título “Resolución de 5 de agosto de 2014, de la Dirección General de Empleo, por la que se registra y publica el Convenio colectivo de Bio Ecoforest, SL, Ecoforest Geotermia, SL, Biomasa Ecoforestal de Villacañas, SAU y Vapormatra, SA., en el BOE número 203, de 21 de agosto de 2014.

Este convenio está vigente actualmente y define muy bien los diferentes tipos de trabajadores y salarios en el sector de biomasa, marcan los salarios mínimos que percibirán los trabajadores, sin perjuicio que en la realidad el salario sea mayor.

Tabla 10: Salarios por grupos profesionales. Fuente: Convenio para las empresas...publicado en el BOE 203, de 21 de agosto de 2014.

| GRUPOS PROFESIONALES                     | SMG anual                      | Nº PAGAS/AÑO |
|------------------------------------------|--------------------------------|--------------|
| Directores (Nivel I)                     | 23.200 €                       | 14           |
| Grupo profesional Cuadros (Nivel II)     | 20.000 €                       | 14           |
| Grupo profesional Técnicos I (Nivel III) | 17.500 €                       | 14           |
| Grupo profesional Técnicos II (Nivel IV) | 15.404 € y 15.724 (Nivel IV A) | 14           |
| Grupo profesional Técnicos III (Nivel V) | 14.560                         | 14           |

Tabla 11: Costes de mano de obra. Fuente: Elaboración propia

| TRABAJADOR                | GRUPO PROFESIONAL       | Nº TRABAJADORES | TOTAL               |
|---------------------------|-------------------------|-----------------|---------------------|
| Palista                   | Técnico II (Nivel IV A) | 2               | 31.448,00 €         |
| Controlador de producción | Técnico I (Nivel III)   | 2               | 35.000,00 €         |
| Ensacador/paletizador     | Técnico II (Nivel IV)   | 2               | 30.808,00 €         |
| Ingeniero                 | Director (Nivel I)      | 1               | 23.200,00 €         |
| Administrativo            | Técnico II (Nivel IV)   | 1               | 15.404,00 €         |
| Comercial                 | Cuadros (Nivel II)      | 1               | 20.000,00 €         |
| <b>TOTAL</b>              |                         |                 | <b>155.860,00 €</b> |

Estos son los precios de los salarios en neto, con lo que hay que sumar el 32,67% de las cargas sociales (Seguridad Social, Desempleo y Formación profesional) respecto al sueldo.

**TOTAL DE MANO DE OBRA = 206.779,46 €**

➤ **Servicios industriales.**

El precio de kW/h de uso industrial en el trimestre actual es de 0,099 € sin IVA, con lo que un kW/h vale 0,11979 €.

Se realiza una estimación del consume de energía eléctrico.

Tabla 12: Costes de energía eléctrica. Fuente: elaboración propia.

| MAQUINARIA            | POTENCIA UNITARIA (kW*h) | UNIDADES | HORAS DE TRABAJO/DÍA | POTENCIA TOTAL (kW/día) |
|-----------------------|--------------------------|----------|----------------------|-------------------------|
| Trituradora           | 98                       | 1        | 16                   | 1.568                   |
| Mezclador             | 30                       | 1        | 16                   | 480                     |
| Tolva de descarga     | 4                        | 2        | 16                   | 128                     |
| Secadero              | 7,5                      | 1        | 16                   | 120                     |
| Caldera de biomasa    | 18                       | 1        | 16                   | 288                     |
| Colector de polvo     | 2,2                      | 1        | 16                   | 35,2                    |
| Tamizadora            | 1,1                      | 2        | 16                   | 35,2                    |
| Peletizadora          | 160                      | 1        | 16                   | 2.560                   |
| Enfriador             | 11                       | 1        | 16                   | 176                     |
| Ensacadora            | 1,25                     | 1        | 16                   | 12                      |
| Paletizadora          | 4                        | 1        | 16                   | 20                      |
| Cinta transportadora  | 1,5                      | 18       | 16                   | 50                      |
| Separador de material | 2,5                      | 2        | 16                   | 80                      |
| <b>TOTAL</b>          |                          |          |                      | <b>5.934,4</b>          |

Todas las máquinas no actúan a la vez, por lo que hay que realizar una reducción del 15%.

**5.934,4 kW\*h/día x 0,85 x 239 días/año x 0,11979 €/kW\*h = 144.415,63 €/año**

➤ **Agua, saneamiento, alcantarillado y basuras.**

Los costes en esta materia están marcados por el Ayuntamiento de Alcañiz con un importe anual de **7.971,05 €**, con I.V.A. incluido, para industria superior a los 500 m<sup>2</sup>.

➤ **Gastos de conservación y mantenimiento.**

Se estiman en un 1% sobre la obra de remodelación y 2% sobre maquinaria.

Para la obra de remodelación se realiza una inversión de 14.774,5 €, por lo que el gasto anual en conservación y mantenimiento será de **147,745 €**.

Para la maquinaria se realiza una inversión de 1.096.725,00 €, por lo que el gasto anual en conservación y mantenimiento será de **21.934,5 €**.

**TOTAL DE CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO = 22.082,245 €**

➤ **Prima de seguros.**

Se estima un valor del 0,5% sobre la inversión del proyecto. Están todas las primas de seguros, es decir, Responsabilidad civil, Edificios, Maquinaria, vehículos y Administración.

**PRIMA DE SEGUROS = 0,5% x 1.780.648,88 € = 8.903,24 €**

➤ **Tributos (IBI, IAE).**

Es el 0,3% de la inversión del proyecto.

**TRIBUTOS = 0,3% X 1.780.648,88 € = 5.341,94 €**

➤ **Gastos comerciales.**

Estos gastos están destinados a la publicidad, propaganda, internet, etc., equivale a un 2% del total de las inversiones, aunque el primer año la campaña sea más agresiva para entrar en el mercado y darse a conocer, el resto de los años una vez afianzado una clientela fija podrá ser más suave.

**GASTOS COMERCIALES = 2% x 1.805.183,88 € = 36.103,67 €**

➤ **Gastos materiales.**

Se destina un 0,4% de las inversiones del proyecto para materiales auxiliares de la producción y material de oficina.

**MATERIALES = 0,4% x 1.780.648,88 € = 7.122,59 €**

➤ **Provisiones y gastos por deterioro.**

Se aplica un 1,5% de las ventas.

**GASTOS PROVISIONES Y DETERIORO = 1,5% x 2.771.844,51 € = 41.577,66 €**

➤ **Total de pagos ordinarios.**

Sumando todos los pagos de las diferentes partidas se obtiene el total del pago a realizar de forma anual.

Tabla 13: Total de gastos ordinarios. Fuente: Elaboración propia.

| CONCEPTO                                     | BASE                        | I.V.A.              | COSTE AÑO             |
|----------------------------------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------|
| Materia prima                                | 493.733,08 €                | 103.683,94 €        | 597.417,02 €          |
| Envases y embalajes                          | 31.436,78 €                 | 6.601,72 €          | 38.038,50 €           |
| Mano de obra                                 | 206.779,46 €                |                     | 206.779,46 €          |
| Servicios industriales                       | 144.415,63 € (IVA incluido) |                     | 144.415,63 €          |
| Agua, saneamiento, alcantarillado y basuras. | 7.971,05 € (IVA incluido)   |                     | 7.971,05 €            |
| Conservación y mantenimiento                 | 22.082,245 €                | 4.637,27 €          | 26.719,51 €           |
| Prima de seguros                             | 8.903,24 €                  |                     | 8.903,24 €            |
| Tributos                                     | 5.341,94 €                  |                     | 5.341,94 €            |
| Gastos comerciales                           | 36.103,67 €                 | 7.581,77 €          | 43.685,44 €           |
| Gastos materiales                            | 7.122,59 €                  | 1.495,74 €          | 8.618,33 €            |
| Provisiones y deterioro                      | 41.577,66                   |                     | 41.577,66 €           |
| <b>TOTAL</b>                                 | <b>1.005.467,34 €</b>       | <b>124.000,44 €</b> | <b>1.129.467,78 €</b> |

## 2.4 GASTOS EXTRAORDINARIOS

Se deben por la obsolescencia y reposición de la maquinaria a los diez años. El valor de este gasto es del 100% del valor actual más un incremento del IPC tasado en un 5% por año.

**MAQUINARIA NUEVA A LOS 10 AÑOS = 1.786.449,45 € sin I.V.A. = 2.518.893,63 € con I.V.A.**

## 2.5 IMPUESTOS

➤ **I.V.A. (Impuesto Sobre Sociedades).**

Es un impuesto indirecto, la gestión la realiza la sociedad productora con los libros de registro, que controlan el I.V.A. soportado y el repercutido.

La diferencia entre estos dos indicará el I.V.A. que se deberá pagar o cobrar para compensar en la Agencia Tributaria.

El primer año la diferencia será:

I.V.A. pagado = 440.073,67 €.

I.V.A. cobrado = 582.087,34 €.

**Por lo que sale a devolver = 582.087,34 – 440.073,67 = 142.013,67 €.**

➤ **IMPUESTO SOBRE SOCIEDADES.**

Este impuesto es directo y recae sobre los beneficios. El actual valor está marcado en 25% que se aplica al beneficio bruto con la que se obtendrá la cuota a pagar incorporándola en los flujos de caja.

### 3. BALANCE DE SITUACIÓN INICIAL

➤ Sin financiación, con fondos propios.

Tabla 14: Balance situación inicial con fondos propios. Fuente Elaboración propia.

| <b>BALANCE DE SITUACIÓN</b>                                                              |                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <b>ACTIVOS</b>                                                                           | <b>ACTIVO NO CORRIENTE</b> <b>1.489.110,65 €</b>      |
|                                                                                          | Inmuebles 374.885,65 €                                |
|                                                                                          | Maquinaria 1.069.725,00 €                             |
|                                                                                          | Equipo informático y mobiliario 16.000,00 €           |
|                                                                                          | Vehículo 17.500 €                                     |
|                                                                                          | <b>ACTIVO CORRIENTE</b> <b>1.154.935,21 €</b>         |
| Existencias 461.974,085 €<br>(dos meses de producción)                                   |                                                       |
| Cientes 692.961,12€<br>(ventas se cobran a tres meses)                                   |                                                       |
| Tesorería 41.577,66 €<br>(1,5 % de las ventas)                                           |                                                       |
| <b>PATRIMONIO NETO Y PASIVO</b>                                                          | <b>PATRIMONIO NETO</b> <b>1.821.183,88 €</b>          |
|                                                                                          | Capital 1.821.183,88 €                                |
|                                                                                          | <b>PASIVO NO CORRIENTE</b> <b>500.000,00 €</b>        |
|                                                                                          | Deudas con entidades de crédito l.p. 500.000,00 €     |
|                                                                                          | <b>PASIVO CORRIENTE</b> <b>201.308,04 €</b>           |
|                                                                                          | Deudas con entidades de crédito C.p. 0,00 €           |
| Proveedores 59.294,37 €<br>(Tres meses costes de compras)                                |                                                       |
| Hacienda Pública 142.013,67 €                                                            |                                                       |
| <b>TOTAL ACTIVO = 2.644.045,86 €</b>                                                     | <b>TOTAL PATRIMONIO NETO + PASIVO = 2.522.491,92€</b> |
| <b>RATIOS:</b>                                                                           |                                                       |
| Solvencia económica: activo total/pasivo → $2.644.045,86/701.308,04 = 3,77$              |                                                       |
| Rentabilidad económica: Beneficio neto/activo total → $1.129.022,25/2.644.045,86 = 0,42$ |                                                       |

➤ **Mitad financiación propia, mitad financiación externa.**

Tabla 15: Balance situación inicial con mitad de fondos propios y mitad financiación externa. Fuente Elaboración propia.

| <b>BALANCE DE SITUACIÓN</b>                                                              |                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <b>ACTIVOS</b>                                                                           | <b>ACTIVO NO CORRIENTE</b> <b>1.489.110,65 €</b>       |
|                                                                                          | Inmuebles 374.885,65 €                                 |
|                                                                                          | Maquinaria 1.069.725,00 €                              |
|                                                                                          | Equipo informático y mobiliario 16.000,00 €            |
|                                                                                          | Vehículo 17.500 €                                      |
|                                                                                          | <b>ACTIVO CORRIENTE</b> <b>1.154.935,21 €</b>          |
|                                                                                          | Existencias 461.974,085 €<br>(dos meses de producción) |
| Clientes 692.961,12€<br>(ventas se cobran a tres meses)                                  |                                                        |
| Tesorería 41.577,66 €<br>(1,5 % de las ventas)                                           |                                                        |
| <b>PATRIMONIO NETO Y PASIVO</b>                                                          | <b>PATRIMONIO NETO</b> <b>910.591,94 €</b>             |
|                                                                                          | Capital 910.591,94 €                                   |
|                                                                                          | <b>PASIVO NO CORRIENTE</b> <b>927.622,5 €</b>          |
|                                                                                          | Deudas con entidades de crédito l.p. 927.622,5 €       |
|                                                                                          | <b>PASIVO CORRIENTE</b> <b>273.685,54 €</b>            |
|                                                                                          | Deudas con entidades de crédito C.p. 72.377,50 €       |
| Proveedores 59.294,37 €<br>(Tres meses costes de compras)                                |                                                        |
| Hacienda Pública 142.013,67 €                                                            |                                                        |
| <b>TOTAL ACTIVO = 2.644.045,86 €</b>                                                     | <b>TOTAL PATRIMONIO NETO + PASIVO = 2.111.899,98€</b>  |
| <b>RATIOS:</b>                                                                           |                                                        |
| Solvencia económica: activo total/pasivo → $2.644.045,86/1.201.308,04 = 2,2$             |                                                        |
| Rentabilidad económica: Beneficio neto/activo total → $1.004.737,42/2.644.045,86 = 0,38$ |                                                        |

➤ Sin financiación, con fondos propios.

Tabla 16: Balance situación inicial con 100% fondos externos. Fuente Elaboración propia.

| <b>BALANCE DE SITUACIÓN</b>                                                             |                                               |                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <b>ACTIVOS</b>                                                                          | <b>ACTIVO NO CORRIENTE</b>                    | <b>1.489.110,65 €</b>                                 |
|                                                                                         | Inmuebles                                     | 374.885,65 €                                          |
|                                                                                         | Maquinaria                                    | 1.069.725,00 €                                        |
|                                                                                         | Equipo informático y mobiliario               | 16.000,00 €                                           |
|                                                                                         | Vehículo                                      | 17.500 €                                              |
|                                                                                         | <b>ACTIVO CORRIENTE</b>                       | <b>1.154.935,21 €</b>                                 |
|                                                                                         | Existencias<br>(dos meses de producción)      | 461.974,085 €                                         |
| Cientes<br>(ventas se cobran a tres meses)                                              | 692.961,12€                                   |                                                       |
| Tesorería<br>(1,5 % de las ventas)                                                      | 41.577,66 €                                   |                                                       |
| <b>PATRIMONIO NETO Y PASIVO</b>                                                         | <b>PATRIMONIO NETO</b>                        | <b>0,00 €</b>                                         |
|                                                                                         | Capital                                       | 0,00 €                                                |
|                                                                                         | <b>PASIVO NO CORRIENTE</b>                    | <b>1.855.245,00 €</b>                                 |
|                                                                                         | Deudas con entidades de crédito<br>l.p.       | 1.855.240,00 €                                        |
|                                                                                         | <b>PASIVO CORRIENTE</b>                       | <b>346.063,04 €</b>                                   |
|                                                                                         | Deudas con entidades de crédito<br>C.p.       | 144.755,00 €                                          |
|                                                                                         | Proveedores<br>(Tres meses costes de compras) | 59.294,37 €                                           |
| Hacienda Pública                                                                        | 142.013,67 €                                  |                                                       |
| <b>TOTAL ACTIVO = 2.644.045,86 €</b>                                                    |                                               | <b>TOTAL PATRIMONIO NETO + PASIVO = 2.201.308,04€</b> |
| <b>RATIOS:</b>                                                                          |                                               |                                                       |
| Solvencia económica: activo total/pasivo → $2.644.045,86/2.201.308,04 = 1,2$            |                                               |                                                       |
| Rentabilidad económica: Beneficio neto/activo total → $915.456,045/2.644.045,86 = 0,34$ |                                               |                                                       |

#### 4. CUENTA DE RESULTADOS INICIAL Y FLUJOS DE CAJA

- Con el 100% de fondos propios.

Tabla 17: Cuenta de resultados con financiación propia del 1º año. Fuente: Elaboración propia.

| <b>CUENTAS DE RESULTADO AÑO 1</b>              |                       |
|------------------------------------------------|-----------------------|
| <b>INGRESOS</b>                                | <b>2.771.844,51 €</b> |
| Venta de pellets                               | 2.771.844,51 €        |
| <b>COMPRAS Y GASTOS</b>                        | <b>1.310.890,28 €</b> |
| Materia prima                                  | 597.417,02 €          |
| Envases y embalajes                            | 38.038,50 €           |
| Alquiler de la nave + fianza (solo primer año) | 30.000,00 €           |
| Mano de obra                                   | 206.779,46 €          |
| Servicios industriales                         | 144.415,63 €          |
| Agua, saneamiento, alcantarillado y basuras.   | 7.971,05 €            |
| Conservación y mantenimiento                   | 26.719,51 €           |
| Prima de seguros                               | 8.903,24 €            |
| Tributos                                       | 5.341,94 €            |
| Gastos comerciales                             | 43.685,44 €           |
| Gastos materiales                              | 8.618,33 €            |
| Gastos financieros                             | 40.000,00 €           |
| Provisiones y deterioro                        | 41.577,66 €           |
| Amortizaciones                                 | 111.422,5 €           |
| <b>BENEFICIOS ANTES DE IMPUESTOS</b>           | <b>1.460.954,23 €</b> |
| Impuesto s/sociedades                          | 365.238,55€           |
| <b>BENEFICIO DESPUES DE IMPUESTOS</b>          | <b>1.095.715,68 €</b> |

Beneficios/ventas = 52,70%

Beneficios/compras+gastos = 111,51%

Tabla 18: Flujo de caja con fondos propios. Fuente: elaboración propia

| AÑO | INGRESOS EXTRAORD. | INGRESOS ORDINARIOS | GASTOS EXTRAORD. | GASTOS ORDINARIOS | FLUJO DE CAJA  |
|-----|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|----------------|
| 0   |                    |                     | 1.821.183,88 €   |                   | -1.821.183,88€ |
| 1   |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.310.890,28 €    | 1.460.954,23 € |
| 2   |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.560.890,28 €    | 1.210.954,23 € |
| 3   |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.540.890,28 €    | 1.230.954,23 € |
| 4   |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.500.954,23 € |
| 5   |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.500.954,23 € |
| 6   |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.500.954,23 € |
| 7   |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.500.954,23 € |
| 8   |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.500.954,23 € |
| 9   |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.500.954,23 € |
| 10  | 164.508,75€        | 2.771.844,51 €      | 2.518.893,63 €   | 1.270.890,28 €    | -853.430,65 €  |
| 11  |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.500.954,23 € |
| 12  |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.500.954,23 € |
| 13  |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.500.954,23 € |
| 14  |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.500.954,23 € |
| 15  |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.500.954,23 € |
| 16  |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.500.954,23 € |
| 17  |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.500.954,23 € |
| 18  |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.500.954,23 € |
| 19  |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.500.954,23 € |
| 20  | 377.834,044€       | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.878.788,27 € |

**VAN = 15.047.140,70 €**

**TIR = 75,14 %**

**PRI = 1,5 años.**

**Q = B/I = 826,22%**

➤ **Financiación al 50%.**

Tabla 19: Cuenta de resultados con financiación al 50%. Fuente: Elaboración propia

| <b>CUENTAS DE RESULTADO AÑO 1</b>              |                       |
|------------------------------------------------|-----------------------|
| <b>INGRESOS</b>                                | <b>2.771.844,51 €</b> |
| Venta de pellets                               | 2.771.844,51 €        |
| <b>COMPRAS Y GASTOS</b>                        | <b>1.413.267,78 €</b> |
| Materia prima                                  | 597.417,02 €          |
| Envases y embalajes                            | 38.038,50 €           |
| Alquiler de la nave + fianza (solo primer año) | 30.000,00 €           |
| Mano de obra                                   | 206.779,46 €          |
| Servicios industriales                         | 144.415,63 €          |
| Agua, saneamiento, alcantarillado y basuras.   | 7.971,05 €            |
| Conservación y mantenimiento                   | 26.719,51 €           |
| Prima de seguros                               | 8.903,24 €            |
| Tributos                                       | 5.341,94 €            |
| Gastos comerciales                             | 43.685,44 €           |
| Gastos materiales                              | 8.618,33 €            |
| Gastos financieros                             | 142.377,50 €          |
| Provisiones y deterioro                        | 41.577,66 €           |
| Amortizaciones                                 | 111.422,5€            |
| <b>BENEFICIOS ANTES DE IMPUESTOS</b>           | <b>1.358.576,73 €</b> |
| Impuesto s/sociedades                          | 339.644,18 €          |
| <b>BENEFICIO DESPUES DE IMPUESTOS</b>          | <b>1.018.932,55 €</b> |

Beneficios/ventas = 49,01%

Beneficios/compras+gastos = 96,13%

Tabla 20: Flujo de caja con fondos al 50%. Fuente: elaboración propia

| AÑO | INGRESOS EXTRAORD. | INGRESOS ORDINARIOS | GASTOS EXTRAORD. | GASTOS ORDINARIOS | FLUJO DE CAJA  |
|-----|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|----------------|
| 0   |                    |                     | 1.821.183,88 €   |                   | -1.821.183,88€ |
| 1   | 1.000.000,00 €     | 2.771.844,51 €      |                  | 1.413.267,78 €    | 2.358.576,73 € |
| 2   |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.413.267,78 €    | 1.358.576,73 € |
| 3   |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.413.267,78 €    | 1.358.576,73 € |
| 4   |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.413.267,78 €    | 1.358.576,73 € |
| 5   |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.413.267,78 €    | 1.358.576,73 € |
| 6   |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.413.267,78 €    | 1.358.576,73 € |
| 7   |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.413.267,78 €    | 1.358.576,73 € |
| 8   |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.413.267,78 €    | 1.358.576,73 € |
| 9   |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.413.267,78 €    | 1.358.576,73 € |
| 10  | 164.508,75€        | 2.771.844,51 €      | 2.518.893,63 €   | 1.413.267,78 €    | -995.808,15 €  |
| 11  |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.500.954,23 € |
| 12  |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.500.954,23 € |
| 13  |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.500.954,23 € |
| 14  |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.500.954,23 € |
| 15  |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.500.954,23 € |
| 16  |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.500.954,23 € |
| 17  |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.500.954,23 € |
| 18  |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.500.954,23 € |
| 19  |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.500.954,23 € |
| 20  | 377.834,044€       | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.878.788,27 € |

**VAN = 14.759.553,23 €**

**TIR = 102,24 %**

**PRI = 1 años.**

**Q = B/I = 810%**

➤ **Financiación del 100% del exterior.**

Tabla 21: Cuenta de resultados con financiación del 100% externa. Fuente: Elaboración propia.

| <b>CUENTAS DE RESULTADO AÑO 1</b>              |                       |
|------------------------------------------------|-----------------------|
| <b>INGRESOS</b>                                | <b>2.771.844,51 €</b> |
| Venta de pellets                               | 2.771.844,51 €        |
| <b>COMPRAS Y GASTOS</b>                        | <b>1.555.645,28 €</b> |
| Materia prima                                  | 597.417,02 €          |
| Envases y embalajes                            | 38.038,50 €           |
| Alquiler de la nave + fianza (solo primer año) | 30.000,00 €           |
| Mano de obra                                   | 206.779,46 €          |
| Servicios industriales                         | 144.415,63 €          |
| Agua, saneamiento, alcantarillado y basuras.   | 7.971,05 €            |
| Conservación y mantenimiento                   | 26.719,51 €           |
| Prima de seguros                               | 8.903,24 €            |
| Tributos                                       | 5.341,94 €            |
| Gastos comerciales                             | 43.685,44 €           |
| Gastos materiales                              | 8.618,33 €            |
| Gastos financieros                             | 284.755,00€           |
| Provisiones y deterioro                        | 41.577,66 €           |
| Amortizaciones                                 | 111.422,5€            |
| <b>BENEFICIOS ANTES DE IMPUESTOS</b>           | <b>1.216.199,23 €</b> |
| Impuesto s/sociedades                          | 304.049,80€           |
| <b>BENEFICIO DESPUES DE IMPUESTOS</b>          | <b>912.149,43 €</b>   |

Beneficios/ventas = 43,87%

Beneficios/compras+gastos = 78,17%

Tabla 22: Flujo de caja con fondos propios. Fuente: elaboración propia.

| AÑO | INGRESOS EXTRAORD. | INGRESOS ORDINARIOS | GASTOS EXTRAORD. | GASTOS ORDINARIOS | FLUJO DE CAJA  |
|-----|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|----------------|
| 0   |                    |                     | 1.821.183,88 €   |                   | -1.821.183,88€ |
| 1   | 2.000.000,00 €     | 2.771.844,51 €      |                  | 1.555.645,28 €    | 4.616.199,23 € |
| 2   |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.555.645,28      | 1.216.199,23 € |
| 3   |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.555.645,28      | 1.216.199,23 € |
| 4   |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.555.645,28      | 1.216.199,23 € |
| 5   |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.555.645,28      | 1.216.199,23 € |
| 6   |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.555.645,28      | 1.216.199,23 € |
| 7   |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.555.645,28      | 1.216.199,23 € |
| 8   |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.555.645,28      | 1.216.199,23 € |
| 9   |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.555.645,28      | 1.216.199,23 € |
| 10  | 164.508,75€        | 2.771.844,51 €      | 2.518.893,63 €   | 1.555.645,28      | -1.132.185,61€ |
| 11  |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.500.954,23 € |
| 12  |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.500.954,23 € |
| 13  |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.500.954,23 € |
| 14  |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.500.954,23 € |
| 15  |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.500.954,23 € |
| 16  |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.500.954,23 € |
| 17  |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.500.954,23 € |
| 18  |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.500.954,23 € |
| 19  |                    | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.500.954,23 € |
| 20  | 377.834,044€       | 2.771.844,51 €      |                  | 1.270.890,28 €    | 1.878.788,27 € |

**VAN = 14.335.088,96 €**

**TIR = 128,50 %**

**PRI = 6 meses.**

**Q = B/I = 787%**

## 5. RATIOS Y CRITERIOS DE RENTABILIDAD

### ➤ VAN (Valor Actual Neto).

Este parámetro indica el beneficio neto o plusvalía generada por el proyecto. Para un tipo de interés ( $i$ ) será:

$$VAN = -K + Ri \times \frac{(1+i)^n - 1}{i \times (1+i)^n}$$

Cuando el VAN es mayor que cero, para el tipo de interés elegido, el proyecto es viable desde el punto de vista financiero. Si fuera negativo no sería viable y por lo tanto quedaría descartada su ejecución.

### ➤ TIR (Tasa interna de retorno).

Proporciona la tasa de interés con la cual el VAN es igual a cero. Cuanto mayor es el TIR mayor es la rentabilidad. Este criterio se usa para decidir la aceptación o rechazo del proyecto y permite comparar con otros negocios o tipos de inversiones financieras.

### ➤ PRI (Periodo de Recuperación de la Inversión).

Es el periodo que es necesario para recuperar la inversión realizada. Cuanto menor sea, la inversión más interesante es.

### ➤ Q (Relación Beneficio-inversión).

Es el cociente entre el VAN y la inversión. Indica la ganancia neta por cada unidad monetaria invertida. Cuando mayor es la Q, más interesa la inversión.

## 6. CONCLUSIÓN.

Una vez obtenidos los datos y los ratios se analizan:

Tabla 23: Resumen criterios y datos de rentabilidad. Fuente: Elaboración propia.

|                                        | Financiación propia | Financiación al 50% | Financiación externa 100% |
|----------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------------|
| <b>VAN</b>                             | 15.047.140,70 €     | 14.759.553,23 €     | 14.355.088,96 €           |
| <b>TIR</b>                             | 75,14 %             | 102,24 %            | 128,50 %                  |
| <b>PRI</b>                             | 1,5 años            | 1 año               | 6 meses                   |
| <b>Q (B/I)</b>                         | 826 %               | 810 %               | 787 %                     |
| <b>Beneficios antes de Impuestos</b>   | 1.460.954,23 €      | 1.358.576,73 €      | 1.216.199,23 €            |
| <b>Beneficios después de impuestos</b> | 1.095.715,68 €      | 1.018.932,55 €      | 912.149,43 €              |
| <b>Ratio de solvencia económica</b>    | 3,77                | 2,2                 | 1,2                       |
| <b>Ratio de rentabilidad económica</b> | 0,42                | 0,38                | 0,34                      |

Una vez se comparan las diferentes opciones se extraen las siguientes conclusiones:

Las tres opciones de financiación son viables para la realización del proyecto, ya sea con financiación externa o propia.

Disponen de margen suficiente para poder cubrir los posibles riesgos o incidencias, ya sea por la variación del mercado en cuanto subida y bajada de precios, como a posibles cambios del precio de la moneda.

Una vez analizadas las diferentes opciones de financiación se decanta por la financiación total mediante capital externo. No es la opción más rentable, pero es la que menos desembolso se ha aportado, obteniendo el mejor TIR y PRI.

Se ha valorado el estudio económico lo más razonable posible, dejando como respaldo otras opciones que no se han tenido en cuenta debido a su complejidad pero de las que se podría beneficiar el proyecto, como son ayudas, exenciones, bonificaciones, etc.



---

**Universidad de Valladolid**

**PROYECTO DE UNA PLANTA PELETIZADORA DE BIOMASA CON  
CONTROL DE CALIDAD EN EL MUNICIPIO DE ALCAÑIZ (TERUEL)**

**DOCUMENTO II:  
PLANOS**

**Grado de Ingeniería Forestal: Industrias forestales**

**AUTOR: PABLO AVELLANAS JAEN  
ESCUELA INGENIERÍAS AGRARIAS. SORIA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**JULIO 2015**

## **DOCUMENTO II. PLANOS**

**1. PLANO 1: LOCALIZACIÓN**

---

**2. PLANO 2: SITUACIÓN**

---

**3. PLANO 3: PLANTA DE LA NAVE ORIGINA**

---

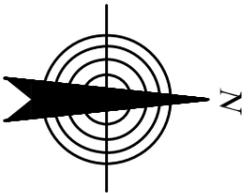
**4. PLANO 4: PROCESO PRODUCTIVO Y OBRAS**

---

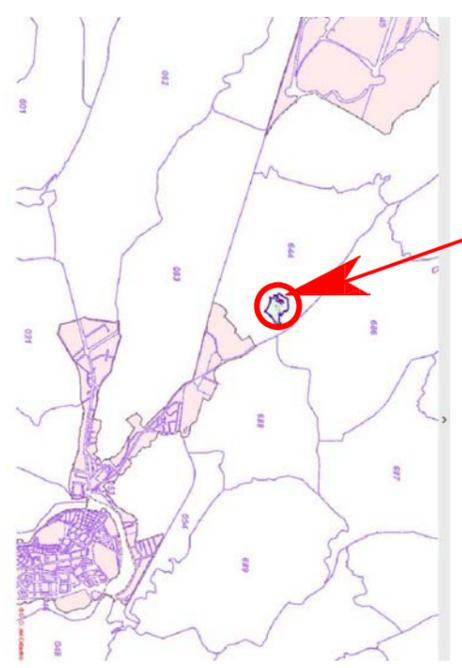
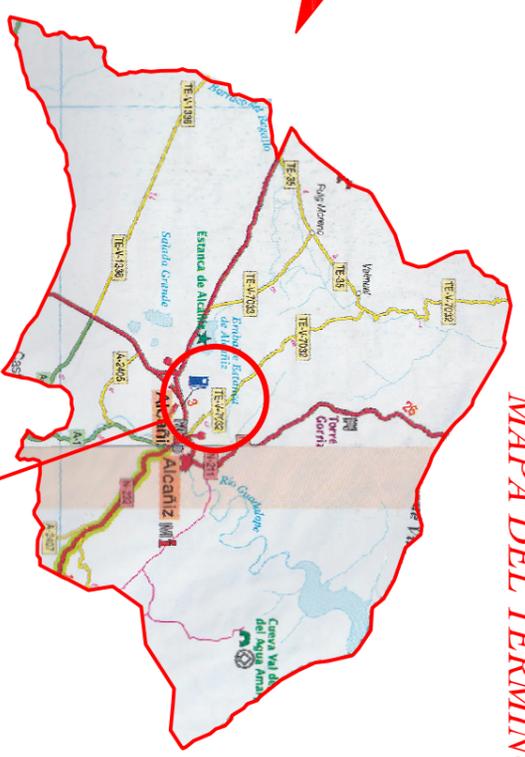
**5. PLANO 5: INTALACIÓN CONTRA INCENDIOS**

---

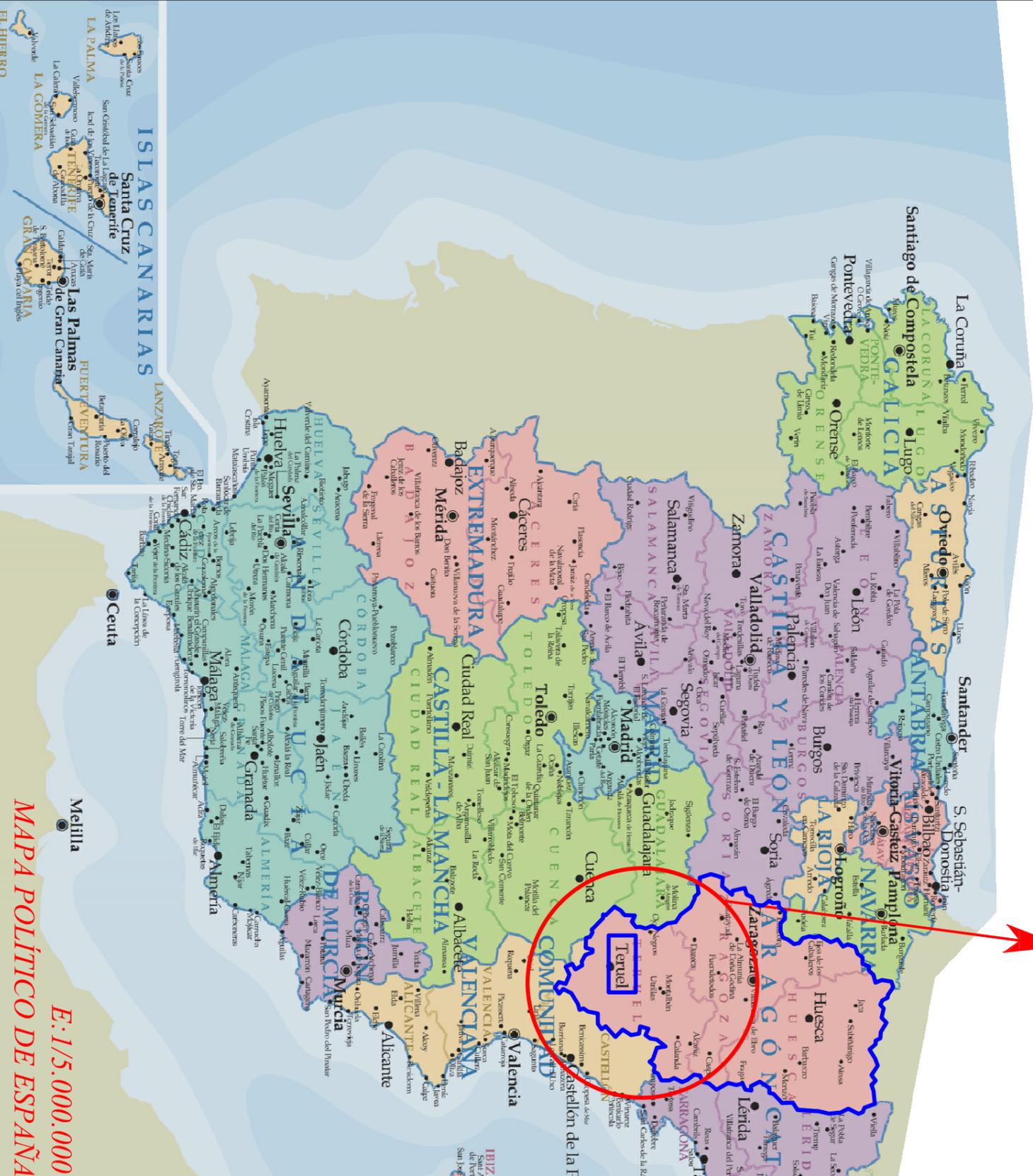
**MAPA DE LA PROVINCIA DE TERUEL**  
E:1/2.500.000



**MAPA DEL TÉRMINO DE ALCANIZ**  
E:1/325.000



**SITUACION DEL POL. INDUSTRIAL "FOMENTA"**  
E:1/25.000



**MAPA POLÍTICO DE ESPAÑA**  
E:1/5.000.000

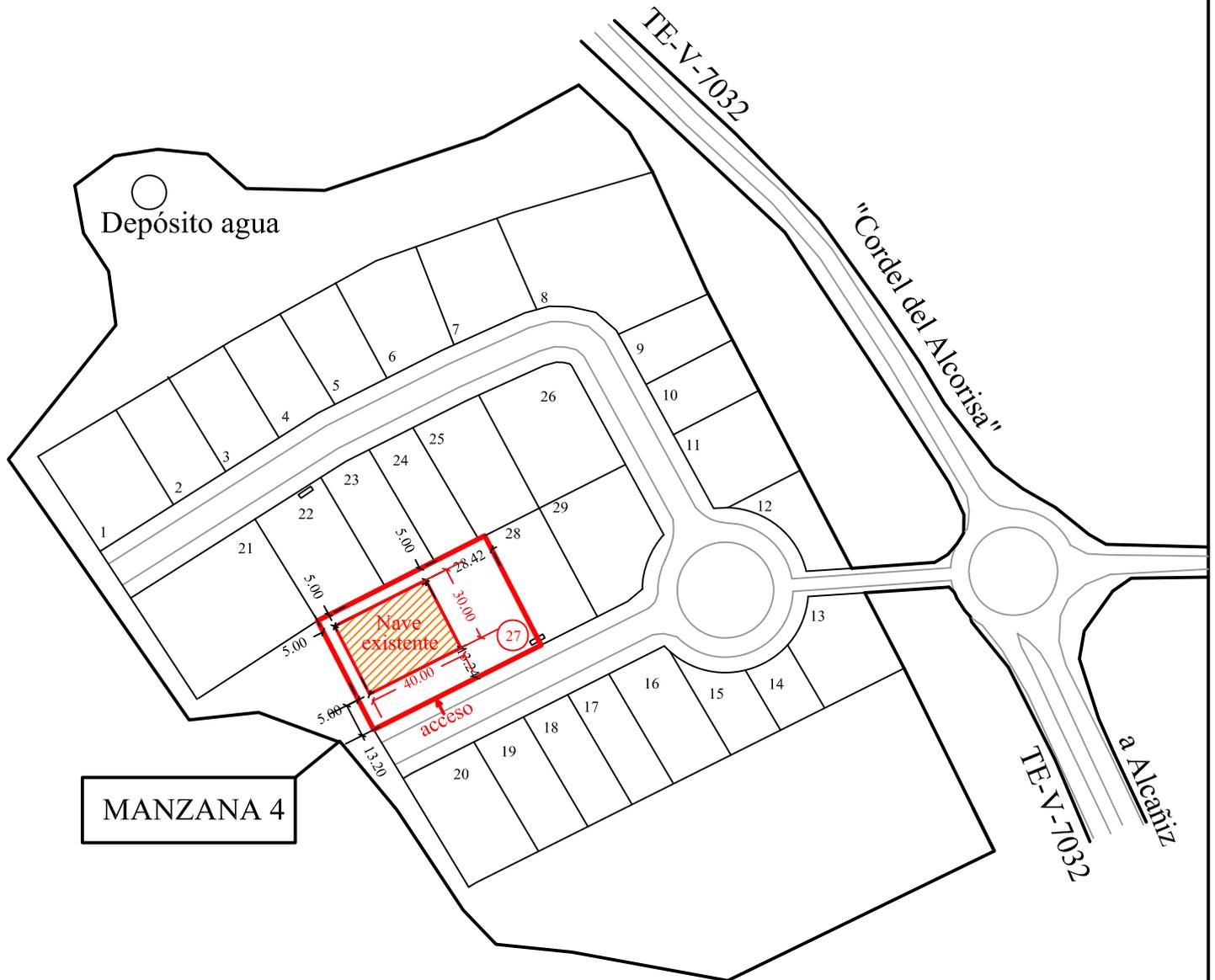
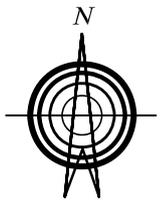
|                                                                                                      |                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <b>PROMOTOR:</b> U.V.A. - E.U.I.I. AGRARIAS (SORIA)                                                  |                                                                       |
| <b>ALUMNO:</b> GRADO DE INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES D. PABLO AVELLANAS JAEN           |                                                                       |
| <b>TÍTULO:</b> PLANTA PALETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA                        |                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b> ALCANIZ (TERUEL)<br>Polígono Industrial "Fomenta"<br>R.C.: 44013A664000270000HW | <b>ESCALAS:</b> E:1/5.000.000<br>E:1/2.500.000 E:1/325.000 E:1/25.000 |
| <b>FECHA:</b> 31/07/2015<br><b>FIRMA:</b>                                                            | <b>DENOMINACIÓN:</b> PLANO N.º 1                                      |

Polígono Industrial "FOMENTA"

MANZANA 4 / PARCELA 27

Superficie parcela 27 = 3.540 m<sup>2</sup>

Superficie planta nave = 1.200 m<sup>2</sup>



**PROMOTOR:**

U.V.A. - E.U.I.I. AGRARIAS (SORIA)

GRADO DE INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES

**ALUMNO:**

D. PABLO AVELLANAS JAEN

**TÍTULO:**

PLANTA PALETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD  
EN LA MATERIA PRIMA

**LOCALIZACIÓN:**

ALCAÑIZ (TERUEL)

Polígono "Fomenta"

R. C.: 44013A664000270000HW

**ESCALAS:**

E:1/2500

**FECHA:** 31/07/2015

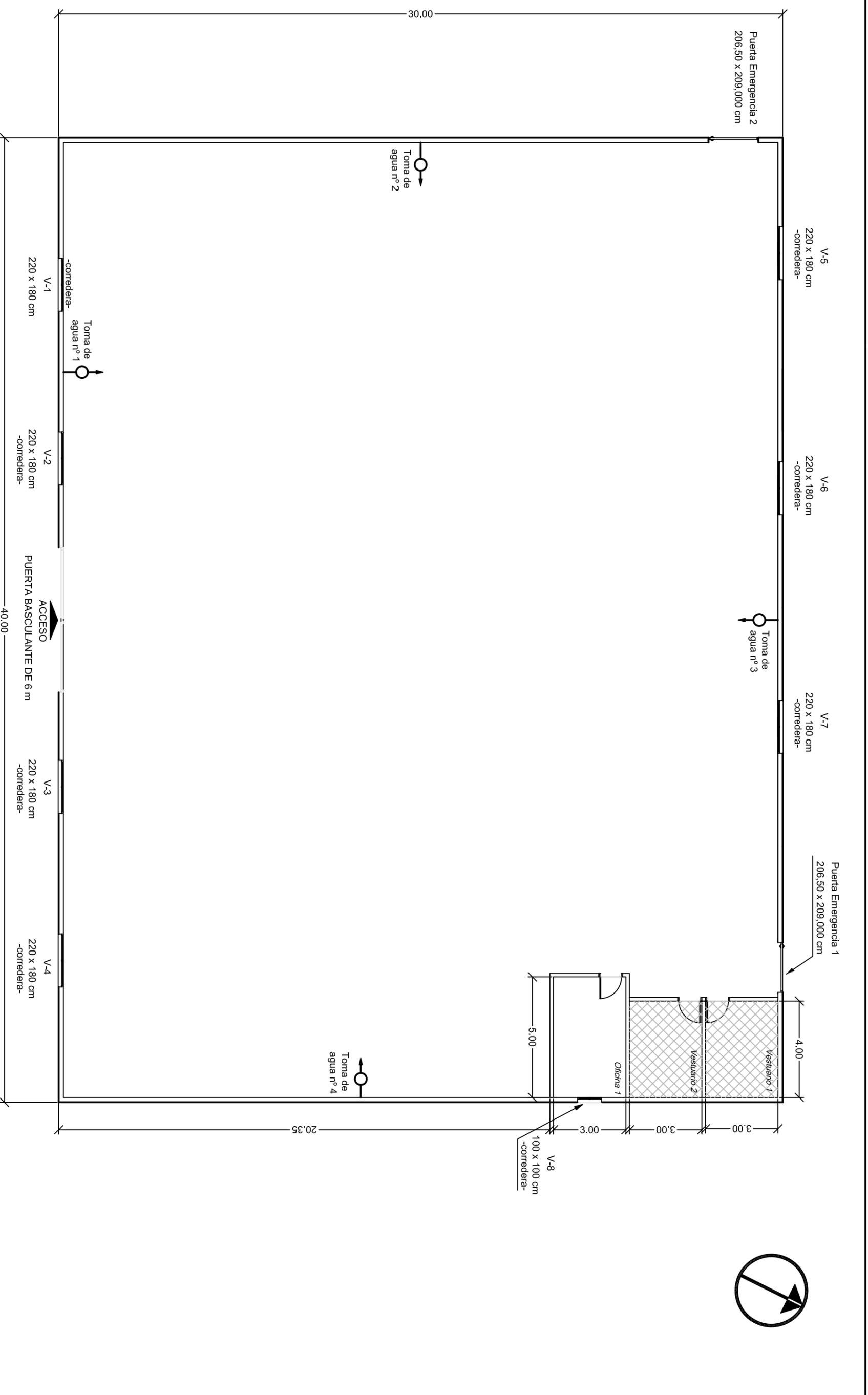
**FIRMA:**

**DENOMINACIÓN:**

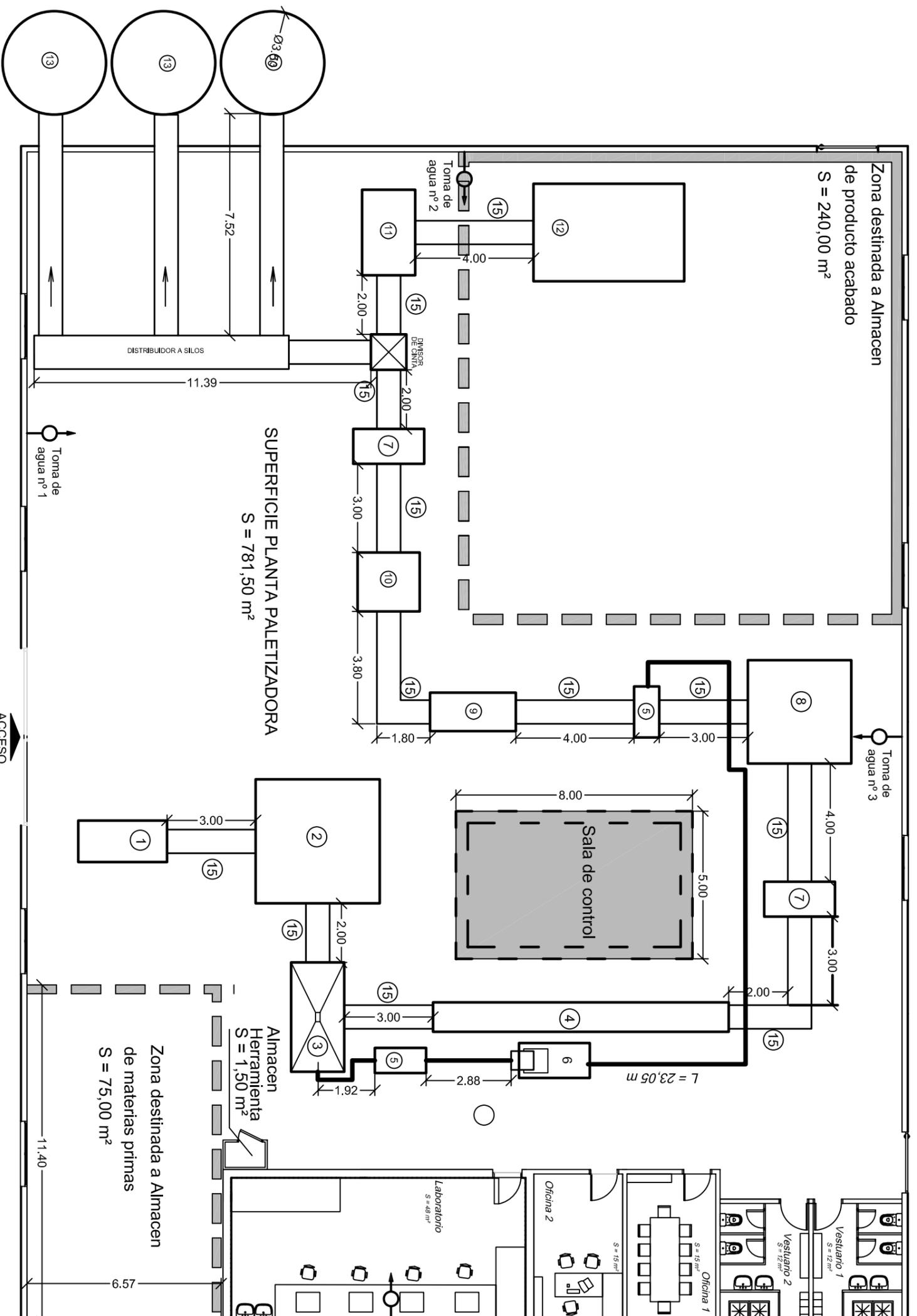
SITUACIÓN en el P. Industrial

**PLANO N°:**

2

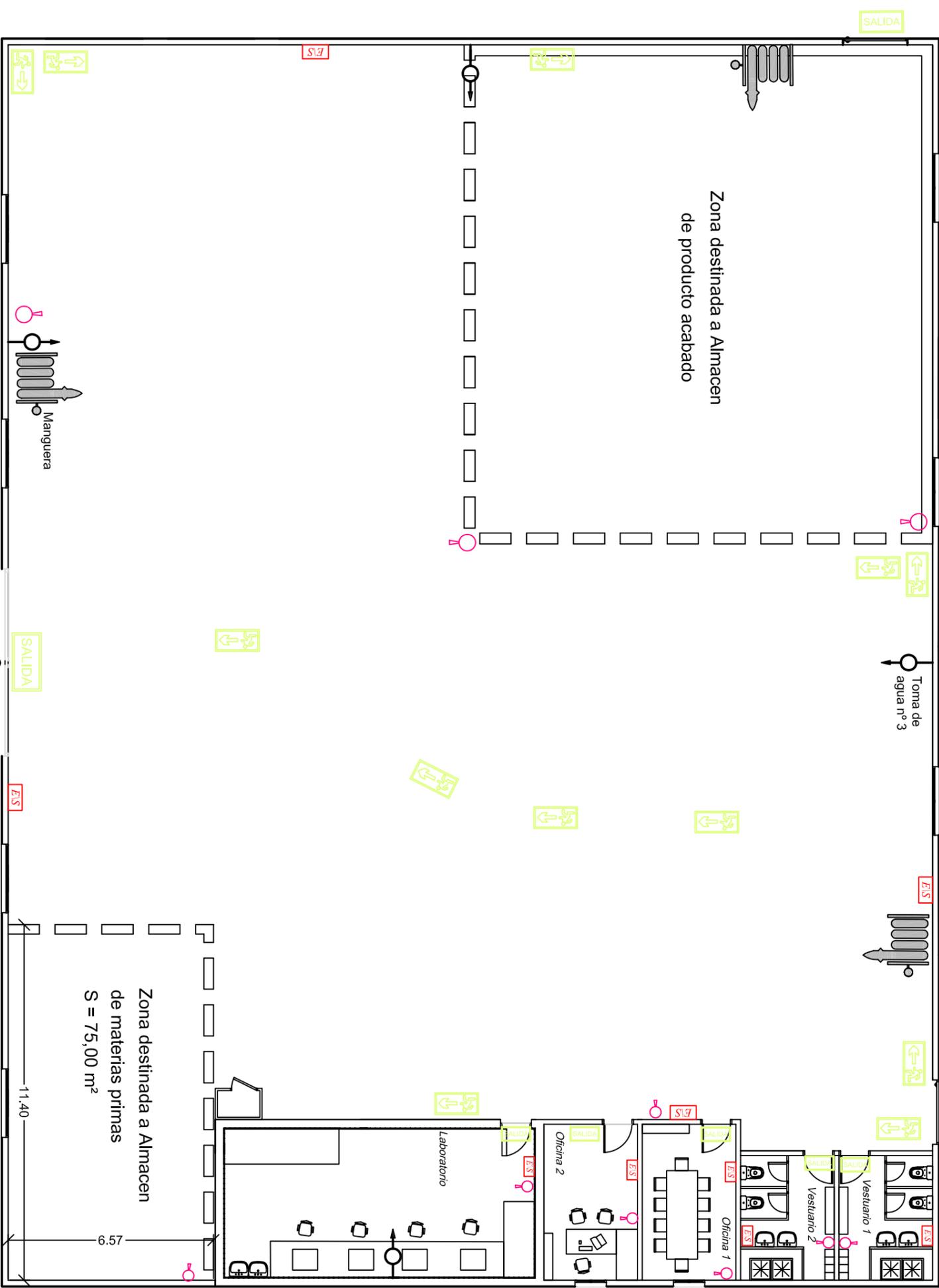


|                                                                                                                                                                   |                                                                                                         |                                                                                                  |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| <b>PROMOTOR:</b><br>U.V.A. - E.U.I.I. AGRARIAS (SORIA)<br><b>GRADO DE INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES</b><br><b>ALUMNO:</b><br>D. PABLO AVELLANAS JAEN | <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>ALCAÑIZ (TERUEL)<br>Polígono Industrial "Fomenta"<br>R.C.: 44013A664000270000HW | <b>ESCALAS:</b><br>E:1/150                                                                       | <b>PLANO Nº:</b><br>3 |
| <b>TÍTULO:</b><br>PLANTA PALETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD<br>EN LA MATERIA PRIMA                                                                               | <b>FECHA:</b> 31/07/2015<br><b>FIRMA:</b>                                                               | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>PLANTA DE LA NAVE PARA INSTALAR<br>LA P. PALETIZADORA. Estado en origen. |                       |



- 1.- Astilladora 1,4 x 3
- 2.- Tolva de descarga de serrín húmedo 4,2 x 4,2
- 3.- Mezcladora 1,8 x 3,7
- 4.- Secadero 1 x 10
- 5.- Colector de polvo 0,85 x 1,73
- 6.- Caldera 2 x 4,5
- 7.- Tamizadora 1,18 x 2,4
- 8.- Tolva de descarga de serrín seco 3,5 x 3,5
- 9.- Peletizadora 1,3 x 2,9
- 10.- Enfriador 2 x 2,1
- 11.- Ensacadora 1,8 x 2,9
- 12.- Paletizadora 3,3 x 5,1
- 13.- Silos  $\varnothing = 3,5$
- 14.- Sala de Control
- 15.- Cinta de transporte 0,8 x X

|                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                 |                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| <p><b>PROMOTOR:</b> U.V.A. - E.U.I.I. AGRARIAS (SORIA)<br/> <b>GRADO DE INGENIERÍA FORESTAL:</b> INDUSTRIAS FORESTALES<br/> <b>ALUMNO:</b> D. PABLO AVELLANAS JAEN</p> | <p><b>LOCALIZACIÓN:</b> ALCAÑIZ (TERUEL)<br/>         Polígono Industrial "Fomenta"<br/>         R.C.: 44013A664000270000HW</p> | <p><b>ESCALAS:</b> E:1/150</p>                                |
| <p><b>TÍTULO:</b> PLANTA PALETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA</p>                                                                                   | <p><b>FECHA:</b> 31/07/2015<br/> <b>FIRMA:</b></p>                                                                              | <p><b>DENOMINACIÓN:</b> ESQUEMA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN</p> |
|                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                 | <p><b>PLANO N.º:</b> 4</p>                                    |



**LEYENDA INSTALACION CONTRA INCENDIOS**

- Emergencia y señalización.  
Extintor polvo ABC, 21A-113B (1 unidad).
- Manguera contra incendios
- LEYENDA DE EVACUACION:**
  - Recorridos de evacuación.
  - Señalización de salidas.

|                                                                                     |                                                                                                         |                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| <b>PROMOTOR:</b><br>GRADO DE INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES             | <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>ALCAÑIZ (TERUEL)<br>Polígono Industrial "Fomenta"<br>R.C.: 44013A664000270000HW | <b>ESCALAS:</b><br>E:1/150 |
| <b>ALUMNO:</b><br>D. PABLO AVELLANAS JAEN                                           | <b>FECHA:</b> 31/07/2015<br><b>FIRMA:</b>                                                               | <b>PLANO N.º:</b><br>5     |
| <b>TÍTULO:</b><br>PLANTA PALETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD<br>EN LA MATERIA PRIMA | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS                                                    |                            |

U.V.A. - E.U.I.I. AGRARIAS (SORIA)

GRADO DE INGENIERÍA FORESTAL: INDUSTRIAS FORESTALES

D. PABLO AVELLANAS JAEN

PLANTA PALETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD  
EN LA MATERIA PRIMA



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE UNA PLANTA PELETIZADORA DE BIOMASA CON  
CONTROL DE CALIDAD EN EL MUNICIPIO DE ALCAÑIZ (TERUEL)

**DOCUMENTO III:  
PLIEGO DE CONDICIONES**

**Grado de Ingeniería Forestal: Industrias forestales**

**AUTOR: PABLO AVELLANAS JAEN  
ESCUELA INGENIERÍAS AGRARIAS. SORIA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**JULIO 2015**

## **DOCUMENTO III. PLIEGO DE CONDICIONES**

### **1. PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES**

---

#### **1.1 CAPÍTULO PRELIMINAR. DISPOSICIONES GENERALES**

#### **1.2 CAPÍTULO I: CONDICIONES FACULTATIVAS**

1.2.1 DELIMITACIÓN GENERAL DE FUNCIONES TÉCNICAS

1.2.2 OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA O CONSTRUCTOR

1.2.3 PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A LOS TRABAJOS, A LOS MATERIALES Y A LOS MEDIOS AUXILIARES.

1.2.4 DE LA RECEPCIÓN DE LA OBRA

#### **1.3 CAPÍTULO II: CONDICIONES ECONÓMICAS**

1.3.1 FIANZAS

1.3.2 DE LOS PRECIOS

1.3.3 OBRAS POR ADMINISTRACIÓN

1.3.4 DE LA VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS.

1.3.5 DE LAS INDEMNIZACIONES MUTUAS

1.3.6 VARIOS

### **2. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES**

---

#### **2.1 PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA**

2.1.1 CAPÍTULO I: DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

2.1.2 CAPÍTULO II: EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

2.1.3 CAPÍTULO III: DE LA INSTALACIÓN DE LA MAQUINARIA

#### **2.2 PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA**

#### **2.3 PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA**

#### **2.4 PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL**

## **DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES**

### **1. PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES**

#### **1.1 CAPÍTULO PRELIMINAR. DISPOSICIONES GENERALES.**

➤ **Naturaleza y objeto del pliego general.**

**Artículo 1:** el presente Pliego General de Condiciones tiene un carácter supletorio del Pliego de Condiciones Particulares del Proyecto.

Ambos, como parte del proyecto, tienen por finalidad regular la ejecución de las obras derivadas de la instalación de una planta de producción de pellets en el **MUNICIPIO DE ALCAÑIZ EN LA PROVINCIA DE TERUEL**, fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Promotor o dueño de la obra, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

Las obras accesorias, entendiéndose por este nombre las que no pueden ser previstas en todo su detalles, se construirán conforme vayan surgiendo la necesidad. Cuando su importancia lo exija, se realizarán proyectos adicionales que las definan. En casos de menor importancia, se seguirán las directrices que disponga el Director de obra.

➤ **Documentación del contrato de obra.**

**Artículo 2:** 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 existiere.
2. El Pliego de Condiciones Particulares.
3. El presente Pliego General de Condiciones.
4. El resto de la documentación del Proyecto (memoria, planos, mediciones y presupuestos).

Las ordenes 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.

## 1.2 CAPÍTULO I: CONDICIONES FACULTATIVAS

En este apartado se describen y regulan las relaciones en la contrata y dirección facultativa para la instalación de la maquinaria y de las distintas instalaciones.

### 1.2.1 DELIMITACIÓN GENERAL DE FUNCIONES TÉCNICAS

#### ➤ El director de obra.

**Artículo 3:** la junta rectora de la Propiedad designará al Ingeniero Técnico Director de Obra, representante de la propiedad frente al contratista. Es el máximo responsable de la ejecución del proyecto, decide sobre el comienzo, ritmo y calidad de los trabajos. Velará por el cumplimiento de los mismos y por las condiciones de seguridad del personal.

Recaerán las siguientes funciones:

1. Planificar, a la vista del proyecto, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras e instalaciones.
2. Redactar, cuando se requiera, el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra e instalación y aprobar el plan de seguridad e higiene para la aplicación del mismo.
3. Ordenar, dirigir y vigilar la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de buena construcción.
4. Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.
5. Aprobar las certificaciones parciales del proyecto, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
6. Realizar o disponer las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva, de acuerdo con el proyecto y la norma técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al constructor, impartiendo las órdenes oportunas.
7. Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
8. Preparar la documentación final del proyecto, expedir y suscribir el certificado final de la misma.

#### ➤ El contratista o constructor.

**Artículo 4:** el constructor o contratista habrá de proporcionar toda clase de facilidades al Director de obra, o a sus subalternos a fin de que estos puedan desempeñar su trabajo con la máxima eficacia. Específicamente le corresponde:

1. Observar la normativa vigente en cuanto a seguridad e higiene en el trabajo y velar por su cumplimiento.
2. Organizar los trabajos de construcción e instalación, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
3. Conocer las leyes y verificar los documentos del proyecto.
4. Suscribir con el Director de Obra el acta de replanteo de la obra.
5. Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
6. Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
7. Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales, máquinas y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
8. Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
9. Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra o instalación de la maquinaria.

#### 1.2.2 OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA O CONSTRUCTOR

➤ **Verificación de los documentos del proyecto.**

**Artículo 5:** antes de dar comienzo a las obras e inmediatamente después de recibidos, el Constructor o Contratista deberá confrontar la documentación relacionada con el proyecto que le haya sido aportada y deberá informar con la mayor brevedad posible al Director de las Obras sobre cualquier discrepancia, contradicción u omisión solicitando las aclaraciones pertinentes.

➤ **Plan de seguridad e higiene.**

**Artículo 6:** El Constructor o Contratista, a la vista del Proyecto de Ejecución conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad e Higiene, presentará el Plan de Seguridad e Higiene de la obra a la aprobación del Director de la dirección facultativa.

➤ **Oficina en la obra.**

**Artículo 7:** se habilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre el Contratista a disposición del Director de Obra de la Dirección Facultativa:

- El proyecto de Ejecución completo, incluidos los complementos que en su caso redacte el Ingeniero proyectista o Director de Obra.
- 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 mencionada en el artículo 4.

En la oficina realizara también la Dirección Facultativa, que estará convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

➤ **Presentación del contratista.**

**Artículo 8:** el constructor o contratista viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena, y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competan 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 Pliego de Condiciones Particulares determinará el personal facultativo o especialista que el Constructor se obligue a mantener en la obra como mínimo, y el tiempo de dedicación comprometido.

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 Director de la Obra para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

➤ **Presencia del constructor en la obra.**

**Artículo 9:** el Jefe de obra, por sí o por medio de sus técnicos o encargados, deberá estar presente durante la jornada legal de trabajo y acompañara al Director de obra en las visitas que haga 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.

➤ **Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto.**

**Artículo 10:** 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 precisamente por escrito al Constructor, estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba el Director de obra.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor, habrá que dirigirla, dentro del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor el correspondiente recibo.

**Artículo 11:** el Constructor podrá requerir al Director de Obra las instrucciones o aclaraciones que precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

➤ **Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa.**

**Artículo 12:** las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dadas por la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del Director de obra, ante la propiedad, si son de orden económico y de acuerdo a las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes.

Contra las disposiciones de orden técnico del Ingeniero Técnico Director de obra, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Director de obra, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

➤ **Recusación por el contratista del personal nombrado por el director de obra.**

**Artículo 13:** el Constructor o Contratista no podrá recusar al Director de obra o personal encargado por éstos de la vigilancia de la obra, ni pedir que por parte de la propiedad 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 son que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

➤ **Falta del personal.**

**Artículo 14:** el Director de obra, 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 que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

**Artículo 15:** el Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso a lo estipulado en el Pliego de Condiciones particulares, y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

### 1.2.3 PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A LOS TRABAJOS, A LOS MATERIALES Y A LOS MEDIOS AUXILIARES.

#### ➤ **Replanteo**

**Artículo 16:** antes del comienzo de las obras, el Ingeniero Director, junto al Contratista o su representante, procederá al replanteo general de la obra. El Constructor se hará cargo de las señales y referencias que se dejen en el terreno como consecuencia del replanteo y se iniciaran las obras con las mismas. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Director de obra podrá ejecutar u ordenar cuantos replanteos parciales considere necesarios durante el periodo de construcción para que las obras se realicen conforme al proyecto y a las modificaciones del mismo sean aprobadas.

#### ➤ **Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos.**

**Artículo 17:** el Constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los periodos parciales en aquel ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito deberá el contratista dar cuenta al Director de Obra del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

#### ➤ **Orden de los trabajos.**

**Artículo 18:** en general, la determinación del orden de los trabajos será compatible con los plazos programados y es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

#### ➤ **Facilidades para otros contratistas.**

**Artículo 19:** 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 les 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 u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

#### ➤ **Ampliación de proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor.**

**Artículo 20:** cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente ampliar el proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose siguiendo una recta interpretación

del proyecto y según las instrucciones dadas por el Director de obra, en tanto se formula o tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para la realización de cualquier 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 le convenga.

➤ **Prórroga por causa de fuerza mayor.**

**Artículo 21:** si por causa 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 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.

➤ **Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra.**

**Artículo 22:** el Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de las 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 lo hubiesen proporcionado.

➤ **Condiciones generales de ejecución de los trabajos.**

**Artículo 23:** 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 y por escrito entregue el Director de Obra al Constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias.

➤ **Trabajos defectuosos.**

**Artículo 24:** el Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales y Particulares de índole técnica" del Pliego de Condiciones 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 definitiva de la obra, 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 Director de obra, 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 Director de obra 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.

➤ **Vicios ocultos.**

**Artículo 25:** si el directo de obra 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 definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que supongan defectuosos.

Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del Constructor, siempre que los vicios que existan realmente, en caso contrario serán cargo de la propiedad.

➤ **De los materiales y de los apartados. Su procedencia.**

**Artículo 26:** 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 Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada. Todos los materiales serán de la mejor calidad y su colocación será perfecta. Tendrán las dimensiones que marquen los documentos del Proyecto y la Dirección Facultativa.

El transporte, manipulación y empleo de los materiales se hará de manera que no queden alteradas sus características ni sufran deterioro en sus formas o dimensiones.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Constructor deberá presentar al Director de obra 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.

➤ **Presentación de muestras.**

**Artículo 27:** a petición del Director de obra, el Constructor le presentará las muestras de los materiales antes de sin cuya aprobación no podrán utilizarse en la construcción.

➤ **Materiales y aparatos defectuosos.**

**Artículo 28:** cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego, o no tuvieran la preparación en él exigidas o, en fin, cuando ante la falta de prescripciones formales de aquel se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Director de obra dará orden al Constructor de sustituirlos por otro que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Si a los quince días de recibir el Constructor orden de que retire los materiales que ni estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo la Propiedad cargando los gastos a la Contrata.

Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Director de obra, se recibirán pero con la rebaja del precio de aquel que determine, a no ser que el Constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

➤ **Gastos ocasionados por pruebas y ensayos.**

**Artículo 29:** todas las pruebas, análisis y ensayos de los elementos que intervengan en la ejecución de la obra serán verificados conforme indique el director de obra y serán de cuenta de la contrata los gastos que ello origine. Se incluye el coste de los materiales que se ha de ensayar, la mano de obra, herramientas, transporte, tasa, etc.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las garantías suficientes, podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

➤ **Limpieza de la obra.**

**Artículo 30:** es obligación del Constructor mantener limpia la obra y su alrededor, tanto de escombros como de material sobrante, 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.

➤ **Obras sin prescripciones.**

**Artículo 31:** en la ejecución de trabajos que entran en la obra y para los cuales no existen prescripciones consignadas explícitamente en éste Pliego ni en la restante documentación del Proyecto, el Constructor se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción.

#### 1.2.4 DE LA RECEPCIÓN DE LA OBRA

➤ **De la recepción provisional**

**Artículo 32:** se realizará con la intervención de la Propiedad, del Constructor y del Director de obra. Se convocará también a los restantes técnicos que hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicando un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como participantes 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. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección Facultativa extenderán el correspondiente Certificado de final de obra.

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 subsanarlo, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el constructor no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato, con la pérdida de la fianza.

➤ **Documentación final de la obra.**

**Artículo 33:** el Director de obra facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente.

➤ **Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra.**

**Artículo 34:** recibida provisionalmente la obra, se procederá inmediatamente por el Director de obra a su medición definitiva, con precisa asistencia del Constructor o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que servirá para el abono por la Propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza.

➤ **Plazo de garantía.**

**Artículo 35:** el plazo de garantía deberá estipularse en el Pliego de Condiciones Particulares y en cualquier caso nunca deberá ser inferior a nueve meses.

➤ **Conservación de las obras recibidas provisionalmente.**

**Artículo 36:** los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre la recepción provisional y definitiva, correrán a cargo del Contratista.

➤ **De la recepción definitiva.**

**Artículo 37:** la recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de las obras y quedarán solo subsistentes todas responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

➤ **Prórroga de la garantía.**

**Artículo 38:** si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazara dicha recepción definitiva y el Director de obra marcará al Constructor los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con la pérdida de la fianza.

➤ **De la recepción de trabajo cuya contrata haya sido rescindida.**

**Artículo 39:** en el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos en el artículo 30. Transcurrido el plazo de garantía se recibirán de forma definitiva, según lo dispuesto en los artículos 33 y 34.

Para las obras y trabajos no terminados pero aceptables a juicio del Director de obra, se efectuará una sola y definitiva recepción.

### 1.3 CAPÍTULO II: CONDICIONES ECONÓMICAS.

➤ **Principio general.**

**Artículo 40:** todos los que intervienen en el proceso de construcción e instalación tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

**Artículo 41:** la Propiedad, el Contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

#### 1.3.1 FIANZAS.

**Artículo 42:** el Contratista prestará fianza con arreglo alguno de los siguientes procedimientos, según se estipule:

- a) Depósito previo, en metálico o valores, o aval bancario, por importe entre el 3% y 10% del precio total de la contrata.
- b) Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

➤ **Fianza provisional.**

**Artículo 43:** 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, y su cuantía será de ordinario, y salvo estipulación distinta en el Pliego de Condiciones particulares vigente en la obra, de un 3% como mínimo, del total del presupuesto de contrata.

El Contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio para la misma, deberá depositar en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta o el que se determine

en el Pliego de Condiciones Particulares del Proyecto, la fianza definitiva que se señale y, en su defecto, su importe será el 10% de la cantidad por la que se haga la adjudicación de la obra. Fianza que puede constituirse en cualquiera de las formas especificadas en el apartado anterior.

El plazo señalado en el párrafo anterior, y salvo condición expresa establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, no excederá de treinta días naturales a partir de la fecha en que se le comunique la adjudicación. Y dentro de él deberá presentar el adjudicatario la carta de pago o recibido que acredite la constitución de la fianza a que se refiere el mismo párrafo.

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 de la subasta.

➤ **Ejecución de trabajos con cargo a la fianza.**

**Artículo 44:** si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Director de obra, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Propietario, 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.

➤ **De su devolución en general.**

**Artículo 45:** la fianza retenida será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de treinta días una vez firmada el acta de Recepción Definitiva de la obra. La Propiedad 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, etc.

➤ **Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepción parcial.**

**Artículo 46:** si la Propiedad, con la conformidad del Director de obra, accediera a hacer la recepción parcial, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

### 1.3.2 DE LOS PRECIOS.

➤ **Composición de precios unitarios.**

**Artículo 47:** el cálculo de los precios de las distintas unidades e obra es el resultado de sumar los costes directos, indirectos, gastos generales y el beneficio industrial.

➤ Se consideran 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 consideran costes indirectos:
- a) Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de talleres, etc.
  - b) Los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos.
  - c) Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.
- Se consideran gastos generales:

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la Administración, legalmente establecidos, se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración pública este porcentaje se establece entre un 13-17%).

- Beneficio industrial:

El beneficio industrial del Contratista se establece en el 6% sobre la suma de las anteriores partidas.

- Precio de Ejecución material:

Se denomina Precio de Ejecución material el resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción de Beneficio Industrial.

- Precio de Contrata:

El precio de Contrata es la suma de los costes directos, indirectos, el Beneficio industrial y los Gastos Generales.

- **Precio de contrata. Importe de contrata.**

**Artículo 48:** en el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento sobre este último precio en concepto de Beneficio Industrial del Contratista. El beneficio se estima normalmente, en 6% salvo que en las condiciones particulares se establezca otro distinto.

➤ **Precios contradictorios.**

**Artículo 49:** se producirán precios contradictorios solo cuando la Propiedad por medio del Director de obra 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 Director de obra y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que se determine en el Pliego de Condiciones Particulares, siempre teniendo en cuenta la descomposición de precios del cuadro correspondiente. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer 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.

➤ **Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas.**

**Artículo 50:** si el Contratista, antes de la firma de contrato, 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.

➤ **Formas tradicionales de medir o de aplicar precios.**

**Artículo 51:** 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 obra ejecutadas, se estará a lo previsto en el primer lugar, el Pliego General de Condiciones Particulares.

➤ **De la revisión de los precios contratados.**

**Artículo 52:** contratándose las obras a riesgo y ventura, 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 del presupuesto del Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, 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.

➤ **Acopio de materiales.**

**Artículo 53:** el contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario, son de exclusiva propiedad de ésta; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

**1.3.3 OBRAS POR ADMINISTRACIÓN.**

**Artículo 54:** se denominan “obras por Administración” aquellas en las que la gestión para su realización las lleva directamente el Propietario o un representante del mismo o bien por mediación de un constructor.

Se clasifican en dos modalidades:

- a) Obras por administración directa.
- b) Obras por administración delegada o indirecta.

➤ **Obras por Administración directa.**

**Artículo 55:** son obras por Administración directa aquellas en las que el Propietario por sí o por mediación de un representante, que puede ser el Director de obra con autorización, lleve directamente las gestiones precisas para la ejecución de la obra, adquiriendo los materiales, contratando su transporte a la obra e 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 la doble personalidad de Propietario y Contratista.

➤ **Obras por administración delegada o indirecta.**

**Artículo 56:** se considera “Obras por Administración Delegada o Indirecta” la que conviene un Propietario y un Constructor para que éste, por cuenta de aquel y como delegado suyo, realice las gestiones y trabajo que se precise y se convenga.

Son por tanto, características peculiares de las “Obras por Administración Delegada o Indirecta” las siguientes:

- a) Por parte del Propietario, la obligación de abonar directamente o por mediación del Constructor todos los gastos inherentes a la realización de los trabajos convenidos reservándose el Propietario la facultad de poder ordenar, bien por sí o por medio del Director de obra en su representación, el orden o la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y los aparatos que en los trabajos han de emplearse y, en suma, todos los elementos que crea preciso para regular la realización de los trabajos convenio.

- 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 Propietario un tanto por ciento prefijado sobre el importe total de los gastos efectuados y abonados por el Constructor.

➤ **Liquidación de obras por administración.**

**Artículo 57:** para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, regirán las normas que tales fines se establezcan en las “Condiciones particulares de índole económica” vigente en la obra; a falta de ellas, las cuentas de administración las presentará el Constructor al Propietario, en relación valorada a la que deberá acompañarse y agrupados en el orden que se expresan los documentos siguientes todos ellos conformados por el Director de obra:

1. 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.
2. Las nóminas de los jornales abonados, ajustada 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, guardas, etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo a que correspondan las nóminas que se presentan.
3. Las facturas originales de los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.
4. 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 a cuenta del Propietario.

A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra cuya gestión o pago haya intervenido el Constructor se le aplicará, a falta de convenio especial, un 15%, 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.

➤ **Abono al constructor de las cuentas de administración delegada.**

**Artículo 58:** salvo pacto distinto, los abonos al Constructor de las cuentas de Administración delegada los realizará el Propietario mensualmente según las partes de trabajos realizados aprobados por el Propietario o por su delegado representante. Independientemente, el Director de obra 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.

➤ **Normas para la adquisición de los materiales y maquinaria.**

**Artículo 59:** se reserva al Propietario la adquisición de los materiales y maquinaria, en los trabajos por Administración delegada, aunque si es el Constructor el encargado de la gestión y adquisición, deberá presentar los precios, las muestras de los materiales y maquinaria ofrecida, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

➤ **Responsabilidad del constructor en el bajo rendimiento de los obreros.**

**Artículo 60:** el Constructor debe presentar al Director de obra los partes de obra ejecutada semanalmente, si en estos se advierte que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades e obra iguales o similares, se le notificará por escrito al Constructor, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Director de obra.

Si hecha notificación al Constructor, en las semanas sucesivas, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario que da facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe de 15% que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deban efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

➤ **Responsabilidades del constructor.**

**Artículo 61:** en los trabajos de “Obras por Administración delegada”, el Constructor solo será responsable de los defectos constructivos que pudieran tener los trabajos o unidades por el 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 vigente se establecen. En cambio, y salvo lo expresado en el artículo 58, 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.

#### 1.3.4 DE LA VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS.

➤ **Formas varias de abono de las obras.**

**Artículo 62:** según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en el Pliego Particular de Condiciones Económicas, se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará de la siguiente manera:

1. Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de baja efectuada por el adjudicatario.
2. Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra, cuyo precio invariable se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.

Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el Proyecto, lo que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.

3. Tanto variable por unidad de obra, según las condiciones en que se realice y los materiales autorizados en la forma que el presente "Pliego General de Condiciones Económicas" determina. Se abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.
4. Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el presente "Pliego General de Condiciones Económicas" determine.
5. Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el Contrato.

➤ **Relaciones valoradas y certificaciones.**

**Artículo 63:** en cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los "Pliegos de Condiciones Particulares" que rijan en la obra, formará con Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Director de obra.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal, o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego General de Condiciones Económicas", respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el Director de obra los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez días a partir de la fecha de recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos o devolverlos firmados

con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas.

Dentro de los diez días siguientes a su recibo, el Director de obra aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiera, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir al Propietario contra la resolución del Director de obra en la forma prevenida en los “Pliegos de Condiciones Facultativas y Legales”.

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Director de obra la certificación de las ejecutadas.

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

El material acopiado a pie de obra por indicación expresa y por escrito de Propietario, podrá certificarse hasta el noventa por ciento de su importe, a los precios que figuren en los documentos del Proyecto, sin afectarlos del tanto por ciento de la contrata.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al periodo a que se refieren y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En el caso de que el Director de obra lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

➤ **Mejoras de obras libremente ejecutadas.**

**Artículo 64:** cuando el Contratista, incluso con autorización del Director de obra, 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 otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Director de obra, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

➤ **Abono de trabajos presupuestados con partida alzada.**

**Artículo 65:** salvo lo preceptuado en el “Pliego de Condiciones Particulares de Índole Económica” vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponderá entre los que a continuación se expresan:

- a) Si existiesen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonará previa medición y aplicación del precio establecido.
- b) Si existiesen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades la partida alzada, deducidos de los similares contratos.

- c) Si no existiesen 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 Director de obra indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha 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 de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

➤ **Abono de agotamiento y otros trabajos parciales no contratados.**

**Artículo 66:** cuando fuese preciso efectuar agotamiento, inyecciones u otra clase de trabajos de cualquier índole especial u ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con terceras personas, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que se ocasionen, los cuales le serán abonados por el Propietario por separado de la contrata.

Además de reintegrar semanalmente estos gastos al Contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por ciento el importe total que, en su caso, se especifique en el Pliego de Condiciones Particulares.

➤ **Pago.**

**Artículo 67:** los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Director de obra, en virtud de las cuales se verificarán aquellos.

➤ **Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía.**

**Artículo 68:** 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 Director de obra exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonado de acuerdo con lo establecido en los "Pliegos Particulares" o en su defecto en los Generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en el 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 no haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el Propietario se valorarán 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.

#### 1.3.5 DE LAS INDEMNIZACIONES MUTUAS.

- **Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras.**

**Artículo 69:** se establecerá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

- **Demora de los pagos.**

**Artículo 70:** si el Propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que corresponde el plazo convenido, el Contratista tendrá además el derecho de percibir el abono de un 4,5% anual, en concepto de interés 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 copiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que si cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra adjudicada o contratada.

No obstante lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalados en el contrato.

#### 1.3.6 VARIOS.

- **Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios.**

**Artículo 71:** no se admitirán mejoras de obra, más que en el caso de que el Director de obra haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratos, 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 Director de obra 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 a 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 Director de obra introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

➤ **Unidades de obras defectuosas pero aceptables.**

**Artículo 72:** cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Director de obra, éste determinará el precio de 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.

➤ **Seguro de las obras.**

**Artículo 73:** 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. El importe abonado del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, la devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Director de obra.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la proporción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en las pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

➤ **Conservación de la obra.**

**Artículo 74:** si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que la obra no haya sido ocupada por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Director de obra, en representación del Propietario, podrá disponer de 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 Director de obra señale.

Después de la recepción provisional de la obra y en el caso de que la conservación de esta corra a 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 la obra, está obligado el Contratista a revisar y reparar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

➤ **Uso por el Contratista de la obra o bienes del Propietario.**

**Artículo 75:** Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá la obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, 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 Propietario a coste de aquel y con cargo a la fianza.

**Artículo 80:** se tendrán en cuenta las siguientes disposiciones:

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales del Ministerio de Obras Públicas.
- Normas Básicas y Generales de la Edificación.
- Ley de Contratos del Estado (D 923/1965).
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y normas MIBT complementarias.
- Reglamento de Seguridad en Máquinas (Real Decreto 1495/1986 de 26 de mayo).
- 

Alcañiz (Teruel). Julio, 2015

El alumno:

Fdo: Pablo Avellanas Jaén

## 2. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES.

### 2.1 PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA.

#### 2.1.1 CAPÍTULO I: DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.

➤ **Objeto.**

**Artículo 1:** el objeto del presente capítulo es la de describir los diferentes materiales usados en la obra, establecer los procedimientos de instalación siguiendo los protocolos de seguridad.

➤ **Pladur.**

**Artículo 2:** el pladur deberá de cumplir las condiciones exigidas por el Código Técnico de la Edificación (C.T.E) dentro de este lo referente a la seguridad en caso de incendios (Documento Básico SI) y a la Protección Frente al Ruido (Documento Básico HR), las normas UNE-EN 520:2005+A1 “Productos de Placa de Yeso Laminado, UNE-EN 14195:2005 “Perfilería metálica para su uso en Sistemas de Placa de Yeso Laminado”, UNE 102040 IN “Montajes de los sistemas de tabiquería e Placa de Yeso Laminado con estructura metálica”, la normativa ATEDY “sección Placa de Yeso Laminado” y normativa EUROGYPSUM “Clasificación de los diferentes niveles de calidad en el acabado de superficies”.

Será de una acreditada marca, debiendo recibirse en la nave en los mismos envases en que fue expedido en fábrica.

Se almacenaran las partidas en un lugar sin humedad y de fácil acceso para su inspección e identificación.

La calidad del pladur será la catalogada Q4, es decir, excelente.

Para los tabiques se usa un PLADUR CH135/600, que está formado por dos capas. La interna está formada por un alma de yeso reforzada con fibra de vidrio, clasificada como A1 (incombustible) cumpliendo con la norma EN 15283-1: GM-FI.

La otra capa está constituida por lana mineral junto a un sellador acústico, cumpliendo la normativa DB-HR “Protección contra el ruido”.

Para los techos se usa PLADUR FON con diferentes tipos de perforaciones y velos de lana mineral en el dorso que confiere el aislamiento acústico.

En caso de no disponer de estos tipos, se optara siempre por uno de mayor gama y nunca inferior.

➤ **Entramado Autoportante.**

**Artículo 3:** la estructura autoportante utilizada en los sistemas de Placas de Yeso Laminado, está formado por perfiles de chapa galvanizada de acuerdo con la norma UNE-EN14195, debiendo de cumplir también con el reglamento “N” de AENOR.

Los diferentes entramados, es decir, canales, montantes, angulares, maestras, perfiles de techos, perfiles especiales, fijaciones y cuelgues, todos llegarán a la nave en sus correspondientes recipientes de fábrica, con sus especificaciones de uso y siendo de la calidad exigida, en caso de no lograr esta calidad, se optara siempre por una de mayor calidad.

➤ **Pintura.**

**Artículo 4:** toda pintura usada deberá ser de buena calidad. Los colores serán sólidos y estarán bien mezclados con el aceite purificado y sin posos.

Se reciben en la nave en recipientes precintados y deberán tomarse todas las precauciones necesarias para su buena conservación. Se abrirán en el momento de su empleo, comprobándose la integridad de los precintos.

➤ **Otros.**

**Artículo 5:** los demás materiales que se utilicen en la obra y que se hubiesen dejado de estipular en este Pliego de Condiciones serán de primera calidad y reunirán las condiciones de bondad necesarias a juicio de la Dirección Técnica.

## 2.1.2 CAPÍTULO II: EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

➤ **Tabiquería de pladur.**

**Artículo 6:** en primer lugar se marcará en el suelo la disposición de los habitáculos a construir, cuyas medidas están marcadas en los planos, en el anejo 10 y en la memoria.

Una vez marcadas las zonas, los instaladores procederán a colocar los canales superiores e inferiores asegurándose que queden “a plomo”, bajo el canal inferior se colocara una junta estanca.

A continuación se colocan los montantes. En la zona del dintel se coloca un canal doblado en las extremidades fijado con tornillos, y se sigue con la colocación de dos montantes que servirán de refuerzo. En las zonas donde vaya la puerta, en la parte interior se doblaran los canales y se fijaran con tornillos a los montantes laterales.

Se cortaran las placas a la altura de suelo a techo menos 1 cm, y se atornilla cada 25 cm. cuando el soldado se ejecute hay que prever un film protector (2cm más alto que el suelo terminado) que se eliminará posteriormente.

➤ **Techado de pladur.**

**Artículo 7:** el techo será continuo, ya que da una terminación de alto nivel técnico, está constituido por una Perfilera metálica oculta.

Se empezará marcando una línea que sirve de nivel a un metro del suelo, que servirá de referencia para la ejecución del techo. Una vez definida la altura de la sala se traza el nivel de las suspensiones.

A continuación se colocaran los perfiles Perimetrales en todas las paredes fijándolos cada 0,60 m, se colocaran los 4 cuelgues de esquina a una distancia de 1/3 de la pared, el resto de los cuelgues se realizara con la ayuda de una herramienta de nivelación.

Entre los perfiles se ha de dejar una separación máxima de 0,5m y entre los cuelgues de 1,10 m. la estructura debe ser paralela a una de las paredes.

Una vez montada la estructura se procede a la instalación de la lana mineral atornillándola cada 20 cm, para luego colocar las placas en orden, 1, 2 y 3.

➤ **Instalación de fontanería.**

**Artículo 8:** Todas las instalaciones se realizarán con el material que se señala en el Presupuesto y en su defecto con el que a juicio de la Dirección Técnica reúna las debidas condiciones de calidad y garantía. Se obedecerá siempre en el material a las secciones y espesores que figuren en el correspondiente documento.

➤ **Instalación eléctrica.**

**Artículo 9:** “Condiciones generales de instalación eléctrica”.

En la realización de este Proyecto, se tendrá en cuenta, ante todo lo estipulado por el Ministerio de la Industria en su Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Se prestará principal atención a aquellos aparatos y dispositivos destinados a la protección y seguridad, tanto del usuario como de la propia instalación.

**Artículo 10:** “Empalmes y conexiones”.

Los empalmes y conexiones de los conductores deberán de efectuarse siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

**Artículo 11:** “Instalaciones interiores o receptores”.

Los tubos que estén destinados a contener los conductores tendrán el diámetro que permita el aumento de sección de los conductores en un 50%.

El número de hilos vendrá fijado por el número de fases necesarias para la utilización de los receptores por parte del abonado.

**Artículo 12:** El instalador Oficial que lleve a cabo la realización de este Proyecto, el cual deberá de estar especializado en esta labor y poseer todos los requisitos que establece la legislación vigente, tendrá en cuenta en todo momento las normas U.N.E, de obligado cumplimiento, publicadas por el instituto de Racionalización y Normalización.

### 2.1.3 CAPÍTULO III: DE LA INSTALACIÓN DE LA MAQUINARIA.

#### ➤ **Objeto.**

**Artículo 13:** el objeto del presente capítulo es establecer las condiciones de instalación de las máquinas y equipos, establecer los procedimientos y requisitos que permiten una mayor seguridad en la utilización de las máquinas.

La instalación se hará de acuerdo con las especificaciones y directrices del administrador-suministrados u/o fabricante de la maquinaria o equipo conjuntamente con la supervisión del Director de obra, siendo responsabilidad de los contratistas la observación de todas las condiciones de montaje e instalación indicadas en el presente pliego.

Además de las condiciones de este pliego, los instaladores de cada equipo son los responsables del cumplimiento de la reglamentación vigente.

#### ➤ **Especificaciones de los equipos.**

**Artículo 14:** el fabricante de las máquinas o elementos de máquinas a instalar será el responsable de que al salir de fábrica cumplan las condiciones necesarias para el empleo previsto así como el cumplimiento de las exigencias del Reglamento de Seguridad en Máquinas y sus Instrucciones Técnicas complementarias. Dichas especificaciones se atestiguaran de las siguientes formas:

- Por autocertificación del fabricante.
- Mediante certificado extendido por una Entidad colaboradora, o por un laboratorio o por ambos acreditados por el MINER, después de realizar un previo control técnico sobre la máquina o elemento de que se trate.

Cuando procedan de algún Estado miembro de la Comunidad Económica Europea o de otros países con lo que existe acuerdo de reciprocidad en este sentido, los certificados a los que se refiera anterior podrán ser extendidos por Organismos de Control legalmente reconocidos en el país de origen, siempre que ofrezcan las garantías técnicas, profesionales y de independencia equivalentes exigidas por la legislación española.

Si se trata de máquinas, elementos de máquinas o sistemas de protección que, de acuerdo con la ITC correspondiente, quedan sometidas al requisito de homologación, la seguridad equivalente de las reglamentaciones de los demás Estados miembros de la Comunidad Económica Europa deberá ser acreditada conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 105/1988, de 12 de febrero. Cada máquina o elemento de máquina irá acompañado de las correspondientes instrucciones de montaje, uso y mantenimiento, así como de las medidas preventivas de accidentes.

➤ **Instaladores.**

**Artículo 15:** sin perjuicio de las atribuciones específicas concedidas por el Estado a los Técnicos titulados, las instalaciones podrán ser realizadas por personas físicas o jurídicas que acrediten cumplir las condiciones requeridas en cada instrucción Técnica Complementaria para ejercer como instaladores autorizados, en todo caso, estar inscritos en el Órgano Territorial competente de la Administración Pública, para lo cual cumplirá, como mínimo, los siguientes requisitos:

- Poseer los medios técnicos y humanos que se especifiquen en cada ITC.
- Tener cubierta la responsabilidad civil que pueda derivarse de su actuación mediante la correspondiente póliza de seguros.
- Responsabilizarse de que la ejecución de las instalaciones se efectúa de acuerdo con las normas reglamentarias de seguridad y que han sido efectuadas con resultado satisfactorio las pruebas y ensayos exigidos.

➤ **Usuarios.**

**Artículo 16:** los usuarios de las máquinas están obligados a no utilizar más que aquellas que cumplan las especificaciones establecidas en el Reglamento de Seguridad en Máquinas, por lo que se exigirá la vendedor, importador o una justificación de que están debidamente homologadas o, en su caso, certificado de que cumplen las especificaciones exigidas por el citado reglamento y sus instrucciones Técnicas Complementarias.

Además, tendrán las siguientes obligaciones:

- Mantener el mantenimiento de las máquinas de que se trate, de tal forma que se conserven las condiciones de seguridad exigidas.
- Impedir su utilización cuando tenga conocimiento de que no ofrecen las debidas garantías de seguridad para las personas o los bienes.
- Responsabilizarse de que las revisiones e inspecciones reglamentarias se efectúan en los plazos fijados.

➤ **Identificación de la máquina e instrucción de uso.**

**Artículo 17:** toda máquina, equipo o sistema de protección debe ir acompañado de unos instrucciones de uso extendidas por el fabricante o importador, en las cuales figurarán las especificaciones de mantenimiento, instalación y utilización, así como las normas de seguridad y cualesquiera otras instrucciones que de forma específica sean exigidas en las correspondientes ITC.

Estas instrucciones incluirán los planos y esquemas necesarios para el mantenimiento y verificación técnica, estarán redactadas al menos en castellano, y se ajustarán a las normas UNE que les sean de aplicación.

Llevarán además, una placa en la cual figurarán, como mínimo, los siguientes datos, escritos al menos en castellano:

- Nombre del fabricante.
- Año de fabricación y/o suministro.
- Tipo y número de fabricación.
- Potencia en KW.
- Contraseña de homologación, si procede.

Estas placas serán hechas de materiales duraderos y se fijarán sólidamente, procurándose que sus inscripciones sean fácilmente legibles una vez esté la máquina instalada.

➤ **Instalación y puesta en servicio.**

**Artículo 18:** la puesta en funcionamiento se efectuará de acuerdo con lo previsto en el Real Decreto 2135/1981, no precisando otro requisito que la presentación ante el Órgano Territorial competente de la Administración Pública de un certificado expedido por técnico competente, en el que se ponga de manifiesto la adaptación de la obra al proyecto y cumplimiento de las condiciones técnicas y prescripciones establecidas por este Reglamento y sus ITC.

➤ **Inspecciones y revisiones periódicas.**

**Artículo 19:** las inspecciones de carácter general se llevarán a efecto por el Órgano Territorial competente de la Administración Pública, o si éste así lo establece, por una Entidad colaboradora en el campo de la Seguridad Industrial, pero en todo caso los certificados de inspección serán emitidos por el Órgano Territorial competente de la Administración Pública, a la vista de las actas de revisión extendidas por dichas Entidades y después de la supervisión de las mismas.

➤ **Reglas generales de seguridad**

**Artículo 20:** “Medidas Preventivas Generales”.

Las máquinas, elementos constitutivos de éstas o aparatos acoplados a ellas estarán diseñados y contruidos de forma que las personas no estén expuestas a sus peligros cuando su montaje, utilización y mantenimiento se efectúe conforme a las condiciones previstas por el fabricante.

Las diferentes partes de las máquinas, así como sus elementos constitutivos deben poder resistir a lo largo del tiempo los esfuerzos a que vayan a estar sometidos, así como cualquier otra influencia externa o interna que puedan presentarse en las condiciones normales de utilización prevista.

Cuando existan partes de la máquina cuya pérdida de sujeción pueda dar lugar a peligros, deberán tomarse precauciones adicionales para evitar que dichas partes puedan incidir sobre las personas.

**Artículo 21:** “Estabilidad de las Máquinas”.

Para evitar la pérdida de estabilidad de la máquina, especialmente durante su funcionamiento normal, se tomarán las medidas técnicas adecuadas, de acuerdo con las condiciones de instalación y de utilización previstas por el fabricante.

**Artículo 22:** “Partes Accesibles”.

En las partes accesibles de las máquinas no deberán existir aristas agudas o cortantes que puedan producir heridas.

**Artículo 23:** “Elementos Móviles”.

Los elementos móviles de las máquinas y de los aparatos utilizados para la transmisión de energía o movimiento deben concebirse, construirse, disponerse o protegerse de forma que prevengan todo peligro de contacto que puedan originar accidentes.

Siempre que sea factible, los elementos móviles de las máquinas o aparatos que ejecutan el trabajo y, en su caso, los materiales o piezas a trabajar, deben concebirse, construirse, disponer y/o mandarse de forma que no impliquen peligro para las personas.

Cuando la instalación esté constituida por un conjunto de máquinas o una máquina está formada por diversas partes que trabajan de forma interdependiente, y es necesario efectuar pruebas individuales del trabajo que efectúan dichas máquinas o algunas de sus partes, la protección general del conjunto se hará sin perjuicio de que cada máquina o parte de ella disponga de un sistema de protección adecuado.

**Artículo 24:** “Máquinas Eléctricas”.

Las máquinas alimentadas con energía eléctrica deberán proyectarse, construirse, equiparse, mantenerse y, en caso contrario, dotarse de adecuados sistemas de protección de forma que se prevengan los peligros de origen eléctrico.

**Artículo 25:** “Ruidos y Vibraciones”.

Las máquinas deberán diseñarse, construirse, montarse, protegerse y, en caso necesario, mantenerse para amortiguar los ruidos y las vibraciones producidas a fin de no ocasionar daños para la salud de las personas. En cualquier caso, se evitará la emisión por las mismas de ruidos de nivel superior a los límites establecidos por la normativa vigente en cada momento.

**Artículo 26:** “Puesto de Mando de las Máquinas”.

Los puestos de mando de las máquinas deben ser fácilmente accesibles para los trabajadores, y estar situados fuera de toda zona donde puedan existir peligros para los mismos. Desde dicha zona y estando en posición de accionar los mandos, el trabajador debe tener la mayor visibilidad posible de la máquina, en especial de sus partes peligrosas.

**Artículo 27:** “Puesta en marcha de las Máquinas”.

La puesta en marcha de la máquina sólo será posible cuando estén garantizadas las condiciones de seguridad para las personas y para la propia máquina. Los órganos de puesta en marcha deben ser fácilmente accesibles para los trabajadores, estar situados lejos de zonas de peligro y protegidos de forma que se eviten accionamientos involuntarios.

Si una máquina se para aunque sea momentáneamente por un fallo en su alimentación de energía y su puesta en marcha inesperada pueda suponer un peligro, no podrá ponerse en marcha automáticamente al ser restablecida la alimentación de energía.

Si la parada de una máquina se produce por la actuación de un sistema de protección, la nueva puesta en marcha sólo será posible después de restablecidas las condiciones de seguridad y previo accionamiento del órgano que ordena la puesta en marcha.

Las máquinas o conjunto de ellas en que desde el puesto de mando no pueden verse su totalidad y puedan suponer peligro para las personas en su puesta en marcha, se dotarán de alarma adecuada que sea fácilmente perceptible por las personas. Dicha alarma actuando en tiempo adecuado procederá a la puesta en marcha de la máquina y se conectará de forma automática al pulsar los órganos de puesta en marcha.

**Artículo 28:** “Desconexión de la Máquina”.

En toda máquina debe existir un dispositivo manual que permita al final de su utilización su puesta en condiciones de la mayor seguridad (máquina parada). Este dispositivo debe asegurar en una sola maniobra la interrupción de todas las funciones de la máquina, salvo que la anulación de alguna de ellas pueda dar lugar a peligro para las personas, o daños a la máquina. En este caso, tal función podrá ser mantenida o bien diferida su desconexión hasta que no exista peligro.

**Artículo 29:** “Parada de Emergencia”.

Toda máquina que pueda necesitar ser parada lo más rápidamente posible, con el fin de evitar o minimizar los posibles daños, deberá estar dotada de un sistema de paro de emergencia.

En todo caso, la parada de emergencia no supondrá nuevos riesgos para las personas.

**Artículo 30:** “Mantenimiento, Ajuste, Regulación, Engrase, Alimentación u Otras Operaciones a Efectuar en las Máquinas”.

Las máquinas deberán estar diseñadas para que las operaciones de verificación, reglaje, regulación, engrase o limpieza se puedan efectuar sin peligro para el personal, en lo posible desde lugares fácilmente accesibles y sin necesidad de eliminar los sistemas de protección.

En caso de que dichas operaciones u otras, tengan que efectuarse con la máquina o los elementos peligrosos en marcha y anulados los sistemas de protección, al anular el sistema de protección se deberá cumplir:

- La máquina sólo podrá funcionar a velocidad muy reducida, golpe a golpe, o esfuerzo reducido.
- El mando de la puesta en marcha será sensitiva. Siempre que sea posible, dicho mando deberá disponerse de forma que permita al operario ver los movimientos mandados.

En cualquier caso deberán darse, al menos en castellano, las instrucciones precisas para las operaciones de reglaje, ajuste, verificación o mantenimiento se pueden efectuar con seguridad. Esta prescripción es particularmente importante en el caso de existir peligros de difícil detección o cuando después de la interrupción de la energía existan movimientos debidos a la inercia.

#### **Artículo 31: “Transporte”.**

Se darán las instrucciones y se dotará de los medios adecuados para que el transporte y la manutención se puedan efectuar con el menor peligro posible. A estos efectos, en máquinas estacionarias:

- Se indicará el peso de las máquinas o partes desmontables de éstas que tengan peso superior a 500 kg.
- Se indicará la posición de transporte que garantice la estabilidad de la máquina y se sujetará de forma apropiada.
- Aquellas máquinas o partes de difícil amarre se dotarán de puntos de sujeción de resistencia apropiada; en todos los casos se indicará, al menos en castellano, la forma de efectuarse el amarre correctamente.

Cuando en algún caso, debidamente justificado no puedan incluirse alguna o algunas de las protecciones a que se refieren los artículos anteriores, el fabricante deberá indicar al menos en castellano qué medidas adicionales deben tomarse “in situ” a fin de que la máquina, una vez instalada cuente con todas las protecciones.

#### ➤ **Características de la maquinaria.**

**Artículo 32:** todos y cada uno de los equipos instalados tendrá las características de capacidad, potencia, consumos de energía y dimensiones indicadas en la documentación del proyecto, y en virtud de las cuales han sido escogidos y se han dimensionado el resto de las instalaciones de la industria.

Los fabricantes y/o suministradores de los equipos y máquinas a instalar se comprometerán a garantizar las especificaciones exigidas a los mismos en el proyecto, especificaciones que se corresponden con los datos proporcionados por el fabricante en su información comercial y catálogos.

No se admitirá la instalación de equipos distintos de los especificados en la memoria del proyecto, salvo por causas de fuerza mayor o imprevisto.

## 2.2 PLIEGO DE CONDICIONES DE INDOLE FACULTATIVA.

### ➤ **Obras afectadas.**

**Artículo 33:** este Pliego de Condiciones particulares, juntamente con el Pliego General de Condiciones, La Memoria, Planos, y el Presupuesto, son documentos que has de servir para la ejecución de las obras correspondientes al Proyecto.

Serán objetivo de las normas y condiciones facultativas que se reflejan en el Pliego de Condiciones de las obras incluidas en el Presupuesto, abarcando a todos los oficios y materiales que en ella se emplean.

### ➤ **Normas de aplicación.**

**Artículo 34:** serán de aplicación las normas indicadas en el Capítulo correspondiente a la Memoria, y cuantas normas sean de aplicación, de acuerdo con la naturaleza del presente Proyecto.

### ➤ **Interpretación del proyecto y realización de la obra.**

**Artículo 35:** corresponde exclusivamente a la Dirección Técnica la interpretación del Proyecto, así como el dar las órdenes complementarias, gráficos o escritos para el correcto desarrollo del mismo.

Las obras se ajustarán a los planos y estados de mediciones, resolviéndose cualquier discrepancia por el Director de la obra.

### ➤ **Duración de las obras.**

**Artículo 36:** las obras correspondientes al presente Proyecto comenzarán en la semana siguiente de la adjudicación por parte del Contratista, en el supuesto de que el contrato no se le añada alguna otra fecha.

La duración de estas obras será como máximo de dos meses, si el contrato no lo estipula expresamente.

### ➤ **Plazo de garantía.**

**Artículo 37:** se establece un plazo de garantía de un año como mínimo para las obras, maquinaria e instalaciones del presente Proyecto.

➤ **Retirada de materiales en caso de rescisión del contrato.**

**Artículo 38:** la retirada de maquinaria, medios auxiliares, instalaciones etc. En caso de rescisión del contrato se realizará en el plazo de una semana como máximo contada a partir del día de rescisión, y será por cuenta del Constructor que rescinde.

**2.3 PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA.**

➤ **Medición de las obras ejecutadas.**

**Artículo 39:** la medición de las obras se realizará por el tipo de unidad establecida en el Presupuesto.

➤ **Medición de tabiques y techos.**

**Artículo 40:** los tabiques y techos se medirán una vez terminados, y se descontarán los huecos que correspondan.

**2.4 PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL.**

➤ **Obligaciones del contratista.**

**Artículo 41:** el contratista con carácter general viene obligado a ejecutar esmeradamente todas las obras que se le confían, así como de cumplir rigurosamente todas las condiciones estipuladas en este Pliego o en el Contrato, al igual que cuantas ordenes se le den verbalmente o por escrito por el Técnico Director de obra.

➤ **Responsabilidad del contratista.**

**Artículo 42:** de la calidad y buena ejecución de las obras contratadas, al contratista será el único responsable, no teniendo derecho a indemnización alguna por el mayor precio que pudieran costarle, ni por las erradas maniobras que cometiera durante la construcción, siendo a su cuenta y riesgo independientemente de la inspección que de ellas haya podido haber hecho el Técnico Director de Obra.

El contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan, para evitar en lo posible accidentes a los obreros o a los viandantes, en todos los lugares peligrosos de la obra.

Así mismo, será responsable ante los tribunales de los accidentes que por inexperiencia o descuido sobrevinieran en el curso de las obras, debiendo atenerse en todo a las normas de prudencia, así como a las disposiciones y Reglamentos de Policía de la materia.

➤ **Leyes laborales de accidentes de trabajo.**

**Artículo 43:** el contratista viene obligado a cumplir rigurosamente todas las legislaciones vigentes, o que puedan dictarse en el curso de los trabajos.

Igualmente está obligado a tener a todo el personal a sus órdenes debidamente asegurado contra accidente de trabajo, debiendo así probarlo si a ello fuera invitado por la Dirección Técnica o la Propiedad.

➤ **Mano de obra.**

**Artículo 44:** el contratista deberá de tener siempre en obra un número de operarios proporcional a la extensión y clase de los trabajos a juicio de la Dirección Técnica. Estos serán de aptitud reconocida experimentados en su oficio y en todo momento habrá en obra un técnico o encargado apto que vigile e interprete los planos, y haga cumplir las órdenes de la Dirección y cuanto en este Pliego se especifica.

➤ **Daños en propiedades vecinas.**

**Artículo 45:** si con motivo de las obras el contratista causara algún desperfecto en las propiedades colindantes, tendrá que repararlo por su cuenta. Así mismo, adoptará cuantas medidas sean necesarias para evitar la caída de materiales o herramientas que puedan ser motivo de accidentes.

➤ **Rescisión del contrato.**

**Artículo 46:** la rescisión, si se produjera, se regirá por el Reglamento General de Contratación para Aplicación de la Ley de Contratos de Estado, por el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales y demás disposiciones vigentes. Serán causas suficientes de rescisión las siguientes:

- Muerte o incapacidad del Contratista.
- Quiebra del Contratista.

Alteraciones del contrato por las siguientes causas:

- Modificación del Proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales a juicio del Director de Obra, y siempre que la variación del Presupuesto sea de +/- 25% como mínimo de su importe.
- Variaciones en las unidades de obra de +/- 40%.
- Suspensión de la obra comenzada.
- Incumplimiento de las condiciones del contrato, cuando implique descuido o mala fe con perjuicio de los intereses de la obra.
- Abandono sin causa justificada.

➤ **Formalizaciones del contrato.**

**Artículo 47:** la formalización del contrato se verificará por documento privado con el compromiso por ambas partes, Propiedad y Contratista de elevarlo a Documento Público a petición de cualquiera de ellos, como complemento del Contrato, los Planos y demás documentos del Proyecto irán firmados por ambos.

Alcañiz (Teruel).Julio, 2015

El alumno:

Fdo: Pablo Avellanas Jaén.



---

**Universidad de Valladolid**

PROYECTO DE UNA PLANTA PELETIZADORA DE BIOMASA CON  
CONTROL DE CALIDAD EN EL MUNICIPIO DE ALCAÑIZ (TERUEL)

# **DOCUMENTO IV: PRESUPUESTO**

**Grado de Ingeniería Forestal: Industrias forestales**

**AUTOR: PABLO AVELLANAS JAEN  
ESCUELA INGENIERÍAS AGRARIAS. SORIA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**JULIO 2015**

## **DOCUMENTO IV. MEDICIONES Y PRESUPUESTO**

### **1. INTRODUCCIÓN**

---

### **2. CUADRO DE PRECIO**

---

- CUADRO 1: MANO DE OBRA Y MAQUINARIA
- CUADRO 2: MATERIALES
- CUADRO 3: CUADRO DE PRECIOS 1 (PRECIOS EN LETRA)
- CUADRO 4: PRECIOS UNIDADES DE OBRA (PRECIOS DESCOMPUESTOS)

### **3. MEDICIONES**

---

### **4. PRESUPUESTOS**

---

- PRESUPUESTOS PARCIALES
- PRESUPUESTO GENERAL: EJECUCIÓN GENERAL
- RESUMEN DE PRESUPUESTO

**CUADRO 1: MANO DE OBRA Y MAQUINARIA (Pres)**

PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

UD

RESUMEN

PRECIO

**MANO DE OBRA**

|    |                                 |       |
|----|---------------------------------|-------|
| h. | Oficial de primera              | 18,28 |
| h. | Ayudante                        | 16,66 |
| h. | Peón suelto                     | 14,41 |
| h. | Peón suelto                     | 14,41 |
| h. | Peón ordinario                  | 13,09 |
| h. | Oficial soldador, alicatador    | 14,77 |
| h. | Oficial 1ª carpintero           | 15,53 |
| h. | Ayudante carpintero             | 14,03 |
| h. | Oficial 1ª fontanero calefactor | 15,61 |
| h. | Oficial 1ª electricista         | 18,27 |
| h. | Ayudante electricista           | 17,09 |
| h. | Oficial 1ª pintura              | 14,66 |
| h. | Ayudante pintura                | 13,41 |

**MAQUINARIA**

|    |                             |      |
|----|-----------------------------|------|
| h. | Hormigonera 200 l. gasolina | 1,93 |
|----|-----------------------------|------|

**CUADRO 2: MATERIALES A PIE DE OBRA (Pres)****PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA**

UD

RESUMEN

PRECIO

**PLADUR**

|                |                                                  |       |
|----------------|--------------------------------------------------|-------|
| m <sup>2</sup> | PLADUR® FOC15 x3.000                             | 8,07  |
| ud             | Tornillo PLADUR® PM 4,2 X 70                     | 0,52  |
| ud             | Tornillo PLADUR® MM 3,5 x 9,5                    | 0,55  |
| m              | Cinta de juntas PLADUR® (150 ML)                 | 0,04  |
| m              | Cinta guardavivos PLADUR® de pvc (30 m)          | 0,46  |
| m              | Junta estanca PLADUR® 70 MM (30 ML)              | 0,50  |
| ud             | Sellador acústico intumescente PLADUR®           | 0,50  |
| m <sup>2</sup> | Aislante lana mineral                            | 3,00  |
| m <sup>2</sup> | PLADUR® CH25 (598x3.000)                         | 15,16 |
| m              | Montante PLADUR® CH-90 X 35 X 3600               | 10,81 |
| m              | Montante PLADUR® E-90 X 35 X 3600                | 9,14  |
| m              | Canal PLADUR® J-92 X 3000                        | 3,68  |
| kg             | Pasta PLADUR® para juntas sec. normal (s.20kg)   | 0,94  |
| ud             | Tornillo PLADUR® PM 3,5 x 25                     | 0,11  |
| ud             | Tornillo PLADUR® PM 3,5 X 45                     | 0,14  |
| ud             | Tornillo PLADUR® PM 3,9 X 55                     | 0,32  |
| m2             | PLADUR® FON-TR C8/18 C.R. (600x600)              | 22,96 |
| m              | P. PRIMARIO BL 24X40X3600 sistema cosido PLADUR® | 1,36  |
| m              | P. SECUND. BL 24X38X1200 sistema cosido PLADUR®  | 1,36  |
| m              | P. SECUND. BL 24X38X600 sistema cosido PLADUR®   | 1,36  |
| m              | Angular blanco PLADUR® 24X24 X 3000              | 0,88  |
| ud             | Pieza de cuelgue PLADUR® TR                      | 0,16  |
| ud             | Varilla roscada                                  | 0,57  |

**CARPINTERIA Y CERRAJERIA**

|    |                                 |       |
|----|---------------------------------|-------|
| m. | Preferido de pino 70x35 mm.     | 1,87  |
| ud | P.paso clh sapelly/p.país       | 52,60 |
| m. | Galce de dm r.sapelly 70x30 mm. | 2,34  |
| ud | Pernio latón 80/95 mm. codillo  | 0,52  |
| ud | Pomo latón normal con resbalón  | 8,12  |
| ud | Pasador latonado 100/250 mm.    | 1,87  |
| ud | Barn.hoja p.ciegas/vidrier.1v.  | 30,05 |

## CUADRO 2: MATERIALES A PIE DE OBRA (Pres)

PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

UD

RESUMEN

PRECIO

### FONTANERIA DEL LABORATORIO

|    |                                  |       |
|----|----------------------------------|-------|
| m. | Tubo cobre en rollo 16/18 mm.    | 2,58  |
| ud | Codo 90° hh cobre de 18 mm.      | 0,24  |
| m. | Galce de dm r.sapelly 70x30 mm.  | 2,34  |
| m. | Tubo pvc corrug.forrado m 32/gp7 | 0,35  |
| ud | Lavabo.70x56cm.c/ped.bla. dama   | 94,80 |
| ud | Grif.monomando lavabo cromo s.m. | 53,90 |
| ud | Válvula p/lavabo-bidé de 32 mm.  | 2,65  |
| ud | Llave de escuadra de 1/2" a 1/2" | 2,46  |
| ud | Latiguillo flex.20cm.1/2" a 1/2" | 2,60  |
| ud | Te hhh cobre de 18 mm.           | 0,56  |

### ELECTRICIDAD

|     |                                          |        |
|-----|------------------------------------------|--------|
| m.  | Tubo pvc corrugado m 20/gp5              | 0,11   |
| ud  | Caja mecan. empotrar enlazable           | 0,25   |
| ud  | Interruptor simón serie 75               | 7,50   |
| ud  | Pequeño material                         | 0,94   |
| ud  | Tubo fluorescente 36 w RC85              | 6,50   |
| ud  | Lum.emp.dif.prismático 3x36 w. af        | 85,07  |
| ud  | Doble conmutador simón serie 75          | 15,57  |
| m.  | Cond. rígi. 750 v 1,5 mm <sup>2</sup> cu | 0,13   |
| ml. | Tubo de PVC aislado rígido normal        | 0,68   |
| ud  | Toma de corriente 16 A                   | 7,26   |
| ml. | Conductor Rz1-k 0,6/1Kv. (Cu)            | 124,63 |
| ud  | Tornillo ensamble zinc/pavón             | 0,04   |

### PINTURA

|    |                                          |      |
|----|------------------------------------------|------|
| l. | P.plást.acrítica obra b/col.tornado mate | 1,87 |
| kg | Masilla ultrafina acabados plasmont      | 1,09 |
| l. | E.fij.muy pene.obra/mad ext/int fijamont | 5,75 |
| ud | Pequeño material                         | 0,82 |

### ALICATADO

|    |                                 |        |
|----|---------------------------------|--------|
| m2 | Azulejo blanco liso 25x25 cm.   | 1,48   |
| t. | Cemento cem ii/b-p 32,5 n sacos | 95,20  |
| t. | Cemento blanco bl 22,5 x sacos  | 139,83 |
| m3 | Agua                            | 0,71   |

## CUADRO 2: MATERIALES A PIE DE OBRA (Pres)

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

UD

RESUMEN

PRECIO

#### PREVENCIÓN DE INCENDIOS

|    |                                                           |        |
|----|-----------------------------------------------------------|--------|
| Ud | Extintor polvo ABC 21A-113B                               | 76,26  |
| Ud | Boca de incendios 45 DN con manguera de 45 mm de diámetro | 210,00 |
| t. | Cemento blanco bl 22,5 x sacos                            | 139,83 |

#### MATERIALES DE SEGURIDAD

|    |                                 |           |
|----|---------------------------------|-----------|
| ud | Materiales de Seguridad y Salud | 23.027,70 |
|----|---------------------------------|-----------|

#### OTROS

|    |                                                  |            |
|----|--------------------------------------------------|------------|
| ud | Trituradora de serrín                            | 180.000,00 |
| ud | Mezclador                                        | 11.000,00  |
| ud | Tamizador                                        | 4.000,00   |
| ud | Secadero                                         | 210.000,00 |
| ud | Colector de polvo                                | 36.000,00  |
| ud | Caldera de biomasa                               | 95.000,00  |
| ud | Peletizadora                                     | 18.000,00  |
| m  | Cinta transportadora                             | 1.200,00   |
| ud | Distribuidor de material                         | 4.000,00   |
| ud | Elevador de cangilones                           | 9.000,00   |
| ud | Sistema informatizado y control de la producción | 185.000,00 |
| ud | Pala cargadora                                   | 98.000,00  |
| ud | Carretilla elevadora                             | 21.175,00  |
| ud | Tolva 4,2x4,2x4                                  | 4.100,00   |
| ud | Tolva 3,5x3,5x4                                  | 3.600,00   |
| ud | Silo 60 m <sup>3</sup>                           | 4.250,00   |
| ud | Silo 46 m <sup>3</sup>                           | 3.800,00   |

### CUADRO 3: CUADRO DE PRECIOS 1 (PRECIOS EN LETRA)

#### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO                                | UD | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | PRECIO |
|---------------------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <b>CAPÍTULO 9 ALQUILER DE LA NAVE</b> |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |        |
| 1.1                                   | m2 | <b>Tabique PLADUR® CH 135/600 (CH-90) LR 3xFOC</b><br>Tabique formado por una estructura de perfiles de chapa de acero galvanizada de 90 mm. de ancho y 0,7 mm de espesor, a base de Montantes PLADUR® CH-90 y Montantes PLADUR® E-90 (elementos verticales), separados entre ejes 600 mm. y Canales PLADUR® J-92 (elementos horizontales), hacia el lado no accesible (zona del hueco) se crea una cara del tabique encajando una placa PLADUR® tipo CH de 25 mm de espesor con los montantes de arranque y final E-90 y de modulación CH-90, encajando ambos materiales con cordones continuos de Sellador Acústico intumescente PLADUR®. Por el lado transitable de este tabique, se atornillan tres placas PLADUR® tipo FOC de 15 mm. de espesor, dando un ancho total del tabique terminado de 135 mm. Parte proporcional de materiales PLADUR®: tornillería, pastas, sellador acústico Intumescente, cintas de juntas, juntas estancas /acústicas de su perímetro, etc. así como anclajes para canales en suelo y techo, etc. totalmente terminado con calidad de terminación Nivel 1 (Q1) para terminaciones de alicatado, laminados, con rastreles, etc ó calidad de terminación Nivel 2 (Q2) para terminaciones estándar de pintura ó papel pintado normal (a definir en proyecto) excepto en el lado no transitable del sistema. Alma con Lana de Roca de 60 a 70 mm. de espesor y densidad mínima 70 kg/m3. Montaje según Norma UNE 102.040 IN y documentación técnico-comercial específica del Sistema PLADUR® CH así como requisitos del CTE-DB HR. | 121,05 |
|                                       |    | CIENTO VEINTIUN EUROS con CINCO CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |
| 1.2                                   | m2 | <b>T. registrable "S.C." 600x600 FON-13 C8/18 C. RECTO LM</b><br>Techo registrable formado por una estructura de perfiles de chapa de acero galvanizada revestida por una lámina prelacada en distintos colores (según catálogo) en su cara vista. Dicha estructura forma una cuadrícula de 600x600 mm. compuesta por perfiles PLADUR® primarios, secundarios y angulares fijados mecánicamente en todo su perímetro. La estructura queda debidamente suspendida del forjado mediante anclajes, varilla roscada y piezas de cuelgue TR, sobre ella, se apoyarán las placas PLADUR® tipo FON Cuadrado 8/18 Canto Recto de 13 mm. de espesor y dimensiones 595x595 mm, la cual tiene pegado en todo su dorso un velo negro de fibra de vidrio que tapa las perforaciones de la placa, instalando en el plenum y apoyado sobre este velo, una Lana Mineral de 80 mm de espesor y baja densidad. Incluso parte proporcional de tornillería, anclajes para forjado y perímetro, totalmente terminado y pintado en color blanco. Montaje según Normativa Intersectorial de ATEDY: "Manual de instalación de techos desmontables de escayola" y requisitos del CTE-DB HR.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 42,90  |
|                                       |    | CUARENTA Y DOS EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |        |

### CUADRO 3: CUADRO DE PRECIOS 1 (PRECIOS EN LETRA)

#### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO                                     | UD | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | PRECIO |
|--------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <b>CAPÍTULO 2 CARPINTERIA Y CERRAJERIA</b> |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |        |
| 2.1                                        | ud | P.p. lisa hueca 2/h sapelly<br>Puerta de paso ciega de 2 hojas normalizadas, serie económica, lisa hueca (CLH) de sapelly barnizadas, incluso precerco de pino de 70x35 mm., galce o cerco visto de DM rechapado de sapelly de 70x30 mm., tapajuntas lisos de DM rechapados de sapelly 70x10 mm. en ambas caras, y herrajes de colgar y de cierre latonados, montada, incluso p.p. de medios auxiliares. | 258,69 |
|                                            |    | DOSCIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS con<br>SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |        |

### CUADRO 3: CUADRO DE PRECIOS 1 (PRECIOS EN LETRA)

#### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO                                       | UD | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | PRECIO |
|----------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <b>CAPÍTULO 3 FONTANERÍA DEL LABORATORIO</b> |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |        |
| 3.1                                          | m. | <b>Tubería de cobre de 16/18 mm.</b><br>Tubería de cobre recocido, de 16/18 mm. de diámetro nominal, en instalaciones interiores de viviendas y locales comerciales, para agua fría y caliente, con p.p. de piezas especiales de cobre, instalada y funcionando, según normativa vigente, en ramales de longitud inferior a 3 metros, incluso con protección de tubo corrugado de PVC. | 6,03   |
|                                              |    | SEIS EUROS con TRES CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |        |
| 3.2                                          | ud | <b>Lav.70x56 c/ped. s.media bla.</b><br>Lavabo de porcelana vitrificada en blanco de 70x56 cm. colocado con pedestal y con anclajes a la pared, con grifería monomando, con rompechorros y enlaces de alimentación flexibles, incluso válvula de desagüe de 32 mm., llaves de escuadra de 1/2" cromadas, y latiguillos flexibles de 20 cm. y de 1/2", instalado y funcionando.         | 178,64 |
|                                              |    | CIENTO SETENTA Y OCHO EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |        |

### CUADRO 3: CUADRO DE PRECIOS 1 (PRECIOS EN LETRA)

#### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO                         | UD | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | PRECIO |
|--------------------------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <b>CAPÍTULO 4 ELECTRICIDAD</b> |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |        |
| 4.1                            | ud | <b>P.LUZ SENCILLO SIMÓN 75</b><br>Punto de luz sencillo realizado con tubo PVC corrugado de M 20/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu., y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, interruptor unipolar Simón serie 75, instalado.                                                                                                                                                      | 25,80  |
|                                |    | VEINTICINCO EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |        |
| 4.2                            | ud | <b>P.DOBLE CONM. SIMÓN 75</b><br>Punto doble conmutador realizado con tubo PVC corrugado de D=20/gp 5, conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu., y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, cajas de mecanismo universal con tornillos, dobles conmutadores Simón serie 75, instalado.                                                                                                                                                      | 70,08  |
|                                |    | SETENTA EUROS con OCHO CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |        |
| 4.3                            | ud | <b>LUM.EMPOT.DIF.PRISMÁTICO 2x36 w.af</b><br>Luminaria de empotrar, de 3x36 W. con difusor en metacrilato prismático transparente, con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero galvanizado esmaltada en blanco, equipo eléctrico formado por reactancias, condensadores, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes nueva generación y bornes de conexión. Instalada, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. | 113,16 |
|                                |    | CIENTO TRECE EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |        |
| 4.4                            | ud | <b>LIM.EMPOT.DIF.PRISMÁTICO 3x36 w.af</b><br>Luminaria de empotrar, de 2x18 W. con difusor en metacrilato prismático transparente, con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero galvanizado esmaltada en blanco, equipo eléctrico formado por reactancias, condensadores, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes nueva generación y bornes de conexión. Instalada, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. | 113,16 |
|                                |    | CIENTO TRECE EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |        |
| 4.5                            | ml | <b>CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC, DE 2x1,5 mm2</b><br>Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 2x1,5 mm2 de cobre, introducido en tubo de PVC aislado rígido normal, incluido el tendido del conductor, así como p/p de tubo y terminales correspondientes.                                                                                                                                                                    | 1,62   |
|                                |    | UN EUROS con SESENTA Y DOS CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |        |
| 4.6                            | ml | <b>CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC, DE 2x2,5 mm2</b><br>Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 2x2,5 mm2 de cobre, introducido en tubo de PVC aislado rígido normal, incluido el tendido del conductor, así como p/p de tubo y terminales correspondientes.                                                                                                                                                                    | 125,66 |
|                                |    | CIENTO VEINTICINCO EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |        |
| 4.7                            | ml | <b>CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC, DE 1x1,5 mm2</b><br>Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 1x1,5 mm2 de cobre, introducido en tubo de PVC aislado rígido normal, incluido el tendido del conductor, así como p/p de tubo y terminales correspondientes.                                                                                                                                                                    | 125,66 |
|                                |    | CIENTO VEINTICINCO EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |        |
| 4.8                            | ml | <b>CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC DE 2x35 mm2</b><br>Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 2x35 mm2 de cobre, introducido en tubo de PVC aislado rígido normal, incluido el tendido del conductor, así como p/p de tubo y terminales correspondientes.                                                                                                                                                                       | 125,66 |
|                                |    | CIENTO VEINTICINCO EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |        |
| 4.9                            | ml | <b>CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC DE 4x2,5 mm2</b><br>Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 4x2,5 mm2 de cobre, introducido en tubo de PVC aislado rígido normal, incluido el tendido del conductor, así como p/p de tubo y terminales correspondientes.                                                                                                                                                                     | 125,66 |
|                                |    | CIENTO VEINTICINCO EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |        |

### CUADRO 3: CUADRO DE PRECIOS 1 (PRECIOS EN LETRA)

#### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO | UD | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                                                      | PRECIO |
|--------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 4.10   | ml | <b>CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC DE 4x10 mm2</b><br>Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 4x10 mm2 de cobre, introducido en tubo de PVC aislado rígido normal, incluído el tendido del conductor, así como p/p de tubo y terminales correspondientes.   | 125,66 |
|        |    | CIENTO VEINTICINCO EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                         |        |
| 4.11   | ml | <b>CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC DE 4x150 mm2</b><br>Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 4x150 mm2 de cobre, introducido en tubo de PVC aislado rígido normal, incluído el tendido del conductor, así como p/p de tubo y terminales correspondientes. | 125,66 |
|        |    | CIENTO VEINTICINCO EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                         |        |
| 4.12   | ml | <b>CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC DE 5x4 mm2</b><br>Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 5x4 mm2 de cobre, introducido en tubo de PVC aislado rígido normal, incluído el tendido del conductor, así como p/p de tubo y terminales correspondientes.     | 125,66 |
|        |    | CIENTO VEINTICINCO EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                         |        |
| 4.13   | ml | <b>CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC DE 8x185 mm2</b><br>Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 8x185 mm2 de cobre, introducido en tubo de PVC aislado rígido normal, incluído el tendido del conductor, así como p/p de tubo y terminales correspondientes. | 125,66 |
|        |    | CIENTO VEINTICINCO EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                         |        |
| 4.14   | Ud | <b>TOMA DE CORRIENTE DE 25 A</b><br>Ud. de toma de corriente de 16 A con canalización de PVC rígido totalmente instalada.                                                                                                                                                    | 12,72  |
|        |    | DOCE EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                        |        |

### CUADRO 3: CUADRO DE PRECIOS 1 (PRECIOS EN LETRA)

#### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO                    | UD | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                     | PRECIO |
|---------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <b>CAPÍTULO 5 PINTURA</b> |    |                                                                                                                                                                                                                             |        |
| 5.1                       | m2 | Pint.plás.lisa mate estánd. obra b/color<br>Pintura plástica lisa mate lavable standard obra nueva en blanco o pigmentada, sobre paramentos horizontales y verticales, dos manos, incluso mano de imprimación y plastecido. | 5,69   |
|                           |    | CINCO EUROS con SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                    |        |

### CUADRO 3: CUADRO DE PRECIOS 1 (PRECIOS EN LETRA)

#### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO                      | UD | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | PRECIO                                     |
|-----------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <b>CAPÍTULO 6 ALICATADO</b> |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                            |
| 6.1                         | m2 | <b>ALICATADO CON AZULEJO BLANCO LISO. 20x25 cm</b><br>Alicatado con azulejo blanco liso de 20x25 cm., (Bill s/n EN 159), recibido con mortero de cemento CEM II/A-P 32,5 R y arena de miga 1/6, i/p.p. de cortes, ingleses, piezas especiales, re-juntado con lechada de cemento blanco BL-V 22,5 y limpieza, s/NTE-RPA-3, medido deducien-do huecos superiores a 1 m2. | 15,56                                      |
|                             |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | QUINCE EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS |

### CUADRO 3: CUADRO DE PRECIOS 1 (PRECIOS EN LETRA)

#### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO                                       | UD | RESUMEN                                                                                                                                                                                        | PRECIO     |
|----------------------------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>CAPÍTULO 7 MAQUINARIA E INSTALACIONES</b> |    |                                                                                                                                                                                                |            |
| 7.1                                          | Ud | <b>TRITURADORA DE SERRÍN</b><br>Ud. de trituradora de serrín Linnerman 300 BM. incluida instalación y resto de costes.                                                                         | 180.000,00 |
|                                              |    | CIENTO OCHENTA MIL EUROS                                                                                                                                                                       |            |
| 7.2                                          | Ud | <b>MEZCLADOR</b><br>Ud. Mezcladora. Incluida instalación y resto de costes.                                                                                                                    | 11.000,00  |
|                                              |    | ONCE MIL EUROS                                                                                                                                                                                 |            |
| 7.3                                          | Ud | <b>TAMIZADORA</b><br>Ud. tamizadora. Incluida instalación y resto de costes.                                                                                                                   | 4.000,00   |
|                                              |    | CUATRO MIL EUROS                                                                                                                                                                               |            |
| 7.4                                          | Ud | <b>SECADERO</b><br>Ud. Secadero. Incluida instalación y resto de costes.                                                                                                                       | 210.000,00 |
|                                              |    | DOSCIENTOS DIEZ MIL EUROS                                                                                                                                                                      |            |
| 7.5                                          | Ud | <b>COLECTOR DE POLVO</b><br>Ud. Colector de polvo. Incluida instalación y resto de costes.                                                                                                     | 36.000,00  |
|                                              |    | TREINTA Y SEIS MIL EUROS                                                                                                                                                                       |            |
| 7.6                                          | Ud | <b>CALDERA DE BIOMASA</b><br>Ud. Caldera de biomasa. Incluida instalación y resto de costes.                                                                                                   | 95.000,00  |
|                                              |    | NOVENTA Y CINCO MIL EUROS                                                                                                                                                                      |            |
| 7.7                                          | Ud | <b>PELETIZADORA</b><br>Ud. Peletizadora. Incluida instalación y resto de costes.                                                                                                               | 105.000,00 |
|                                              |    | CIENTO CINCO MIL EUROS                                                                                                                                                                         |            |
| 7.8                                          | Ud | <b>ENFRIADOR DE PELLETS</b><br>Ud. Enfriador de Pellets. Incluida instalación y resto de costes.                                                                                               | 24.000,00  |
|                                              |    | VEINTICUATRO MIL EUROS                                                                                                                                                                         |            |
| 7.9                                          | Ud | <b>ENSACADORA/TERMOSELLADORA</b><br>Ud. Ensacadora-termoselladora. Incluida instalación y resto de costes.                                                                                     | 9.000,00   |
|                                              |    | NUEVE MIL EUROS                                                                                                                                                                                |            |
| 7.10                                         | Ud | <b>PALETIZADORA</b><br>Ud. Paletizadora. Incluida instalación y resto de costes.                                                                                                               | 18.000,00  |
|                                              |    | DIECIOCHO MIL EUROS                                                                                                                                                                            |            |
| 7.11                                         | m  | <b>CINTA TRANSPORTADORA</b><br>m. Cinta transportadora. Incluida instalación y resto de costes.                                                                                                | 1.200,00   |
|                                              |    | MIL DOSCIENTOS EUROS                                                                                                                                                                           |            |
| 7.12                                         | Ud | <b>DISTRIBUIDO DE MATERIAL</b><br>Ud. Distribuidor de material. Incluida instalación y resto de costes.                                                                                        | 4.000,00   |
|                                              |    | CUATRO MIL EUROS                                                                                                                                                                               |            |
| 7.13                                         | Ud | <b>ELEVADOR DE CANGILONES</b><br>Ud. Elevador de cangilones. Incluida instalación y resto de costes.                                                                                           | 9.000,00   |
|                                              |    | NUEVE MIL EUROS                                                                                                                                                                                |            |
| 7.14                                         | Ud | <b>SISTEMA INFORMATIZADO Y DE CONTROL DE LA PRODUCCIÓN</b><br>Ud. Sistema de control y manejo informatizado del sistema de la producción de la planta. Incluida instalación y resto de costes. | 185.000,00 |
|                                              |    | CIENTO OCHENTA Y CINCO MIL EUROS                                                                                                                                                               |            |
| 7.15                                         | Ud | <b>PALA CARGADORA</b><br>Ud. Pala cargadora compacta, con pala y garras para madera. Incluida instalación y resto de costes                                                                    | 98.000,00  |
|                                              |    | NOVENTA Y OCHO MIL EUROS                                                                                                                                                                       |            |
| 7.16                                         | Ud | <b>CARRETILLA ELEVADORA</b><br>Ud. Carretilla elevadora. Incluida instalación y resto de costes                                                                                                | 21.175,00  |
|                                              |    | VEINTIUN MIL CIENTO SETENTA Y CINCO EUROS                                                                                                                                                      |            |
| 7.17                                         | Ud | <b>TOLVA 4,2x4,2x4</b>                                                                                                                                                                         | 4.100,00   |

### CUADRO 3: CUADRO DE PRECIOS 1 (PRECIOS EN LETRA)

#### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO | UD | RESUMEN                                                                                                | PRECIO          |
|--------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|        |    | Ud. Tolva de tejido técnico de 4,2x4,2x4. Incluida instalación y resto de costes                       |                 |
|        |    | CUATRO MIL CIENTOS EUROS                                                                               |                 |
| 7.18   | Ud | <b>TOLVA 3,5x3,5x4</b>                                                                                 | <b>3.600,00</b> |
|        |    | Ud. Tolva de tejido técnico de 3,5x3,5x4. Incluida instalación y resto de costes.                      |                 |
|        |    | TRES MIL SEISCIENTOS EUROS                                                                             |                 |
| 7.19   | Ud | <b>SILO 60 m3</b>                                                                                      | <b>4.250,00</b> |
|        |    | Ud. Silo de 60 m3 de acero ondulado galvanizado electrolítico. Incluida instalación y resto de costes. |                 |
|        |    | CUATRO MIL DOSCIENTOS CINCUENTA EUROS                                                                  |                 |
| 7.20   | Ud | <b>SILO 46 m3</b>                                                                                      | <b>3.800,00</b> |
|        |    | Ud. Silo de 46 m3 de acero ondulado galvanizado electrolítico. Incluida instalación y resto de costes  |                 |
|        |    | TRES MIL OCHOCIENTOS EUROS                                                                             |                 |

### CUADRO 3: CUADRO DE PRECIOS 1 (PRECIOS EN LETRA)

#### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO                                    | UD | RESUMEN                                                                                                                                    | PRECIO        |
|-------------------------------------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>CAPÍTULO 8 PREVENCIÓN DE INCENDIOS</b> |    |                                                                                                                                            |               |
| 8.1                                       | Ud | <b>EXTINTOR DE POLVO ABC/ EFICACIA 21A-113B</b><br>Ud. Extintor de polvo ABC de 12 kg con eficacia 21A-113B y manguera de 45 mm instalada. | <b>77,70</b>  |
|                                           |    | SETENTA Y SIETE EUROS con SETENTA CÉNTIMOS                                                                                                 |               |
| 8.2                                       | Ud | <b>BOCA DE INCENDIOS</b><br>Ud. Boca de incendios DN 45 con manguera de 45 mm instalada.                                                   | <b>214,32</b> |
|                                           |    | DOSCIENTOS CATORCE EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS                                                                                        |               |

### CUADRO 3: CUADRO DE PRECIOS 1 (PRECIOS EN LETRA)

PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO                                | UD  | RESUMEN          |                | PRECIO   |
|---------------------------------------|-----|------------------|----------------|----------|
| <b>CAPÍTULO 9 ALQUILER DE LA NAVE</b> |     |                  |                |          |
| 9.1                                   | mes | ALQUILER POR MES | DOS MIL EUROS  | 2.000,00 |
| 9.2                                   | mes | FIANZA           | SEIS MIL EUROS | 6.000,00 |

### CUADRO 3: CUADRO DE PRECIOS 1 (PRECIOS EN LETRA)

PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO                               | UD | RESUMEN                         | PRECIO                                                |
|--------------------------------------|----|---------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <b>CAPÍTULO 10 SEGURIDAD Y SALUD</b> |    |                                 |                                                       |
| 10.1                                 | Ud | Materiales de Seguridad y Salud | 23.027,70                                             |
|                                      |    |                                 | VEINTITRES MIL VEINTISIETE EUROS con SETENTA CÉNTIMOS |

## CUADRO 4: UNIDADES DE OBRA (PRECIOS DESCOMPUESTOS)

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO                                | CANTIDAD UD | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | PRECIO    | SUBTOTAL | IMPORTE       |
|---------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------|---------------|
| <b>CAPÍTULO 9 ALQUILER DE LA NAVE</b> |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |          |               |
| 1.1                                   | m2          | <b>Tabique PLADUR® CH 135/600 (CH-90) LR 3xFOC</b><br>Tabique formado por una estructura de perfiles de chapa de acero galvanizada de 90 mm. de ancho y 0,7 mm de espesor, a base de Montantes PLADUR® CH-90 y Montantes PLADUR® E-90 (elementos verticales), separados entre ejes 600 mm. y Canales PLADUR® J-92 (elementos horizontales), hacia el lado no accesible (zona del hueco) se crea una cara del tabique encajando una placa PLADUR® tipo CH de 25 mm de espesor con los montantes de arranque y final E-90 y de modulación CH-90, encajando ambos materiales con cordones continuos de Sellador Acústico intumescente PLADUR®. Por el lado transitable de este tabique, se atornillan tres placas PLADUR® tipo FOC de 15 mm. de espesor, dando un ancho total del tabique terminado de 135 mm. Parte proporcional de materiales PLADUR®: tornillería, pastas, sellador acústico Intumescente, cintas de juntas, juntas estancas /acústicas de su perímetro, etc. así como anclajes para canales en suelo y techo, etc. totalmente terminado con calidad de terminación Nivel 1 (Q1) para terminaciones de alicatado, laminados, con rastreles, etc ó calidad de terminación Nivel 2 (Q2) para terminaciones estándar de pintura ó papel pintado normal (a definir en proyecto) excepto en el lado no transitable del sistema. Alma con Lana de Roca de 60 a 70 mm. de espesor y densidad mínima 70 kg/m3. Montaje según Norma UNE 102.040 IN y documentación técnico-comercial específica del Sistema PLADUR® CH así como requisitos del CTE-DB-HR. |           |          |               |
|                                       | 3,150 m2    | PLADUR® FOC15 x3.000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 8,0725,42 |          |               |
|                                       | 1,050 m2    | PLADUR® CH25 (598x3.000)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 15,16     | 15,92    |               |
|                                       | 1,300 m     | Montante PLADUR® CH-90 X 35 X 3600                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 10,81     | 14,05    |               |
|                                       | 2,000 m     | Montante PLADUR® E-90 X 35 X 3600                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 9,14      | 18,28    |               |
|                                       | 0,700 m     | Canal PLADUR® J-92 X 3000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3,68      | 2,58     |               |
|                                       | 1,200 kg    | Pasta PLADUR® para juntas sec. normal (s.20kg)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,94      | 1,13     |               |
|                                       | 8,000 u     | Tornillo PLADUR® PM 3,5 x 25                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0,11      | 0,88     |               |
|                                       | 12,000 u    | Tornillo PLADUR® PM 3,5 X 45                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0,14      | 1,68     |               |
|                                       | 15,000 u    | Tornillo PLADUR® PM 3,9 X 55                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0,32      | 4,80     |               |
|                                       | 2,000 u     | Tornillo PLADUR® PM 4,2 X 70                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0,52      | 1,04     |               |
|                                       | 3,000 u     | Tornillo PLADUR® MM 3,5 x 9,5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0,55      | 1,65     |               |
|                                       | 3,900 m     | Cinta de juntas PLADUR® (150 ML)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,04      | 0,16     |               |
|                                       | 0,150 m     | Cinta guardavivos PLADUR® de pvc (30 m)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0,46      | 0,07     |               |
|                                       | 1,050 m     | Junta estanca PLADUR® 70 MM (30 ML)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0,50      | 0,53     |               |
|                                       | 0,700 u     | Sellador acústico intumescente PLADUR®                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 12,98     | 9,09     |               |
|                                       | 1,050 m2    | Aislante lana mineral                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3,00      | 3,15     |               |
|                                       | 0,590 h.    | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 18,28     | 10,79    |               |
|                                       | 0,590 h.    | Ayudante                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 16,66     | 9,83     |               |
|                                       |             | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |          | <b>121,05</b> |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTIUN EUROS con CINCO CÉNTIMOS

## CUADRO 4: UNIDADES DE OBRA (PRECIOS DESCOMPUESTOS)

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO | CANTIDAD UD | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE      |
|--------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|--------------|
| 1.2    | m2          | <b>T. registrable "S.C." 600x600 FON-13 C8/18 C. RECTO LM</b><br>Techo registrable formado por una estructura de perfiles de chapa de acero galvanizada revestida por una lámina prelacada en distintos colores (según catálogo) en su cara vista. Dicha estructura forma una cuadrícula de 600x600 mm. compuesta por perfiles PLADUR® primarios, secundarios y angulares fijados mecánicamente en todo su perímetro. La estructura queda debidamente suspendida del forjado mediante anclajes, varilla roscada y piezas de cuelgue TR, sobre ella, se apoyarán las placas PLADUR® tipo FON Cuadrado 8/18 Canto Recto de 13 mm. de espesor y dimensiones 595x595 mm, la cual tiene pegado en todo su dorso un velo negro de fibra de vidrio que tapa las perforaciones de la placa, instalando en el plenum y apoyado sobre este velo, una Lana Mineral de 80 mm de espesor y baja densidad. Incluso parte proporcional de tornillería, anclajes para forjado y perímetro, totalmente terminado y pintado en color blanco. Montaje según Normativa Intersectorial de ATEDY: "Manual de instalación de techos desmontables de escayola" y requisitos del CTE-DB HR. |        |          |              |
|        | 1,050 m2    | PLADUR® FON-TR C8/18 C.R. (600x600)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 22,96  | 24,11    |              |
|        | 0,900 m     | P. PRIMARIO BL 24X40X3600 sistema cosido PLADUR®                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1,36   | 1,22     |              |
|        | 1,800 m     | P. SECUND. BL 24X38X1200 sistema cosido PLADUR®                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1,36   | 2,45     |              |
|        | 0,900 m     | P. SECUND. BL 24X38X600 sistema cosido PLADUR®                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1,36   | 1,22     |              |
|        | 0,860 m     | Angular blanco PLADUR® 24X24 X 3000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0,88   | 0,76     |              |
|        | 0,750 u     | Pieza de cuelgue PLADUR® TR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0,16   | 0,12     |              |
|        | 1,050 m2    | Aislante lana mineral                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3,00   | 3,15     |              |
|        | 0,750 ud    | Varilla roscada                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0,57   | 0,43     |              |
|        | 0,270 h.    | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 18,28  | 4,94     |              |
|        | 0,270 h.    | Ayudante                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 16,66  | 4,50     |              |
|        |             | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |          | <b>42,90</b> |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y DOS EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS

## CUADRO 4: UNIDADES DE OBRA (PRECIOS DESCOMPUESTOS)

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO                                     | CANTIDAD UD | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE       |
|--------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|---------------|
| <b>CAPÍTULO 2 CARPINTERIA Y CERRAJERIA</b> |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |        |          |               |
| 2.1                                        | ud          | <b>P.p. lisa hueca 2/h sapelly</b><br>Puerta de paso ciega de 2 hojas normalizadas, serie económica, lisa hueca (CLH) de sapelly barnizadas, incluso precerco de pino de 70x35 mm., galce o cerco visto de DM rechapado de sapelly de 70x30 mm., tapajuntas lisos de DM rechapados de sapelly 70x10 mm. en ambas caras, y herrajes de colgar y de cierre latonados, montada, incluso p.p. de medios auxiliares. |        |          |               |
|                                            | 1,400 h.    | Oficial 1ª carpintero                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 15,53  | 21,74    |               |
|                                            | 1,400 h.    | Ayudante carpintero                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 14,03  | 19,64    |               |
|                                            | 1,000 ud    | Precerco pino 70x35 mm.p/2 hojas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 13,75  | 13,75    |               |
|                                            | 6,000 m.    | Galce de dm r.sapelly 70x30 mm.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2,34   | 14,04    |               |
|                                            | 12,000 m.   | Tapajunt. dm lr sapelly 70x10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,65   | 7,80     |               |
|                                            | 2,000 ud    | P.paso clh sapelly/p.país                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 52,60  | 105,20   |               |
|                                            | 6,000 ud    | Pernio latón 80/95 mm. codillo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0,52   | 3,12     |               |
|                                            | 36,000 ud   | Tornillo ensamble zinc/pavón                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0,04   | 1,44     |               |
|                                            | 1,000 ud    | Pomo latón normal con resbalón                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 8,12   | 8,12     |               |
|                                            | 2,000 ud    | Pasador latonado 100/250 mm.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1,87   | 3,74     |               |
|                                            | 2,000 ud    | Barn.hoja p.ciegas/vidrier.1v.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 30,05  | 60,10    |               |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                 |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |        |          | <b>258,69</b> |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS con SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

## CUADRO 4: UNIDADES DE OBRA (PRECIOS DESCOMPUESTOS)

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO | CANTIDAD UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------|-------------|---------|--------|----------|---------|
|--------|-------------|---------|--------|----------|---------|

#### CAPÍTULO 3 FONTANERÍA DEL LABORATORIO

|                            |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |      |             |
|----------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|-------------|
| <b>3.1</b>                 | <b>m.</b> | <b>Tubería de cobre de 16/18 mm.</b><br>Tubería de cobre recocido, de 16/18 mm. de diámetro nominal, en instalaciones interiores de viviendas y locales comerciales, para agua fría y caliente, con p.p. de piezas especiales de cobre, instalada y funcionando, según normativa vigente, en ramales de longitud inferior a 3 metros, incluso con protección de tubo corrugado de PVC |       |      |             |
|                            | 0,180 h.  | Oficial 1ª fontanero calefactor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 15,61 | 2,81 |             |
|                            | 1,000 m.  | Tubo cobre en rollo 16/18 mm.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2,58  | 2,58 |             |
|                            | 0,500 ud  | Codo 90º hh cobre de 18 mm.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0,24  | 0,12 |             |
|                            | 0,300 ud  | Te hhh cobre de 18 mm.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0,56  | 0,17 |             |
|                            | 1,000 m.  | Tubo pvc corrug.forrado m 32/gp7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0,35  | 0,35 |             |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |      | <b>6,03</b> |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS con TRES CÉNTIMOS

|                            |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |       |               |
|----------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|---------------|
| <b>3.2</b>                 | <b>ud</b> | <b>Lav.70x56 c/ped. s.media bla.</b><br>Lavabo de porcelana vitrificada en blanco de 70x56 cm. colocado con pedestal y con anclajes a la pared, con grifería monomando, con rompechorros y enlaces de alimentación flexibles, incluso válvula de desagüe de 32 mm., llaves de escuadra de ½" cromadas, y latiguillos flexibles de 20 cm. y de ½", instalado y funcionando. |       |       |               |
|                            | 1,100 h.  | Oficial 1ª fontanero calefactor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 15,61 | 17,17 |               |
|                            | 1,000 ud  | Lav.70x56cm.c/ped.bla. dama                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 94,80 | 94,80 |               |
|                            | 1,000 ud  | Grif.monomando lavabo cromo s.m.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 53,90 | 53,90 |               |
|                            | 1,000 ud  | Válvula p/lavabo-bidé de 32 mm.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2,65  | 2,65  |               |
|                            | 2,000 ud  | Llave de escuadra de 1/2" a 1/2"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2,46  | 4,92  |               |
|                            | 2,000 ud  | Latiguillo flex.20cm.1/2"a 1/2"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2,60  | 5,20  |               |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |       | <b>178,64</b> |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SETENTA Y OCHO EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

## CUADRO 4: UNIDADES DE OBRA (PRECIOS DESCOMPUESTOS)

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO                                                                                                       | CANTIDAD UD | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|---------------|
| <b>CAPÍTULO 4 ELECTRICIDAD</b>                                                                               |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |        |          |               |
| <b>4.2</b>                                                                                                   | <b>ud</b>   | <b>P.LUZ SENCILLO SIMÓN 75</b><br>Punto de luz sencillo realizado con tubo PVC corrugado de M 20/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm <sup>2</sup> de Cu., y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, interruptor unipolar Simón serie 75, instalado.                                                                                                                                          |        |          |               |
|                                                                                                              | 0,400 h.    | Oficial 1ª electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 18,27  | 7,31     |               |
|                                                                                                              | 0,400 h.    | Ayudante electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 17,09  | 6,84     |               |
|                                                                                                              | 8,000 m.    | Tubo pvc corrugado m 20/gp5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0,11   | 0,88     |               |
|                                                                                                              | 16,000 m.   | Cond. ríg. 750 v 1,5 mm <sup>2</sup> cu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0,13   | 2,08     |               |
|                                                                                                              | 1,000 ud    | Caja mecan. empotrar enlazable                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,25   | 0,25     |               |
|                                                                                                              | 1,000 ud    | Interruptor simón serie 75                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 7,50   | 7,50     |               |
|                                                                                                              | 1,000 ud    | Pequeño material                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,94   | 0,94     |               |
|                                                                                                              |             | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |        |          | <b>25,80</b>  |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICINCO EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS    |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |        |          |               |
| <b>4.3</b>                                                                                                   | <b>ud</b>   | <b>P.DOBLE CONM. SIMÓN 75</b><br>Punto doble conmutador realizado con tubo PVC corrugado de D=20/gp 5, conductor rígido de 1,5 mm <sup>2</sup> de Cu., y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, cajas de mecanismo universal con tornillos, dobles conmutadores Simón serie 75, instalado.                                                                                                                                          |        |          |               |
|                                                                                                              | 0,700 h.    | Oficial 1ª electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 18,27  | 12,79    |               |
|                                                                                                              | 0,700 h.    | Ayudante electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 17,09  | 11,96    |               |
|                                                                                                              | 26,000 m.   | Tubo pvc corrugado m 20/gp5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0,11   | 2,86     |               |
|                                                                                                              | 78,000 m.   | Cond. ríg. 750 v 1,5 mm <sup>2</sup> cu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0,13   | 10,14    |               |
|                                                                                                              | 1,000 ud    | Caja mecan. empotrar enlazable                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,25   | 0,25     |               |
|                                                                                                              | 2,000 ud    | Doble conmutador simón serie 75                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 15,57  | 31,14    |               |
|                                                                                                              | 1,000 ud    | Pequeño material                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,94   | 0,94     |               |
|                                                                                                              |             | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |        |          | <b>70,08</b>  |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA EUROS con OCHO CÉNTIMOS           |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |        |          |               |
| <b>4.4</b>                                                                                                   | <b>ud</b>   | <b>LUM.EMPOT.DIF.PRISMÁTICO 2x36 w.af</b><br>Luminaria de empotrar, de 3x36 W. con difusor en metacrilato prismático transparente, con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero galvanizado esmaltada en blanco, equipo eléctrico formado por reactancias, condensadores, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes nueva generación y bornes de conexión. Instalada, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. |        |          |               |
|                                                                                                              | 0,400 h.    | Oficial 1ª electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 18,27  | 7,31     |               |
|                                                                                                              | 0,400 h.    | Ayudante electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 17,09  | 6,84     |               |
|                                                                                                              | 1,000 ud    | Lum.emp.dif.prismático 3x36 w. af                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 85,07  | 85,07    |               |
|                                                                                                              | 2,000 ud    | Tubo fluorescente 36 w RC85                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 6,50   | 13,00    |               |
|                                                                                                              | 1,000 ud    | Pequeño material                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,94   | 0,94     |               |
|                                                                                                              |             | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |        |          | <b>113,16</b> |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TRECE EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |        |          |               |
| <b>4.5</b>                                                                                                   | <b>ud</b>   | <b>LIM.EMPOT.DIF.PRISMÁTICO 3x36 w.af</b><br>Luminaria de empotrar, de 2x18 W. con difusor en metacrilato prismático transparente, con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero galvanizado esmaltada en blanco, equipo eléctrico formado por reactancias, condensadores, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes nueva generación y bornes de conexión. Instalada, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. |        |          |               |
|                                                                                                              | 0,400 h.    | Oficial 1ª electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 18,27  | 7,31     |               |
|                                                                                                              | 0,400 h.    | Ayudante electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 17,09  | 6,84     |               |
|                                                                                                              | 1,000 ud    | Lum.emp.dif.prismático 3x36 w. af                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 85,07  | 85,07    |               |
|                                                                                                              | 2,000 ud    | Tubo fluorescente 36 w RC85                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 6,50   | 13,00    |               |
|                                                                                                              | 1,000 ud    | Pequeño material                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,94   | 0,94     |               |
|                                                                                                              |             | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |        |          | <b>113,16</b> |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TRECE EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |        |          |               |

## CUADRO 4: UNIDADES DE OBRA (PRECIOS DESCOMPUESTOS)

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO                     | CANTIDAD UD | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                                                       | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE     |
|----------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|-------------|
| 4.5                        | ml          | <b>CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC, DE 2x1,5 mm2</b><br>Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 2x1,5 mm2 de cobre, introducido en tubo de PVC aislado rígido normal, incluido el tendido del conductor, así como p/p de tubo y terminales correspondientes. |        |          |             |
|                            | 0,010 h.    | Oficial 1ª electricista                                                                                                                                                                                                                                                       | 18,27  | 0,18     |             |
|                            | 0,010 h.    | Ayudante electricista                                                                                                                                                                                                                                                         | 17,09  | 0,17     |             |
|                            | 1,000 ml.   | Tubo de PVC aislado rígido normal                                                                                                                                                                                                                                             | 0,68   | 0,68     |             |
|                            | 1,000 ml.   | Conductor Rz1-k 0,6/1Kv. 2x1,5 (Cu)                                                                                                                                                                                                                                           | 0,59   | 0,59     |             |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |             |                                                                                                                                                                                                                                                                               |        |          | <b>1,62</b> |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con SESENTA Y DOS CÉNTIMOS

|                            |           |                                                                                                                                                                  |        |        |               |
|----------------------------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|---------------|
| 4.6                        | ml        | <b>CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC, DE 2x2,5 mm2</b><br>Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 2x2,5 mm2 de cobre, introducido en tubo de PVC. |        |        |               |
|                            | 0,010 h.  | Oficial 1ª electricista                                                                                                                                          | 18,27  | 0,18   |               |
|                            | 0,010 h.  | Ayudante electricista                                                                                                                                            | 17,09  | 0,17   |               |
|                            | 1,000 ml. | Tubo de PVC aislado rígido normal                                                                                                                                | 0,68   | 0,68   |               |
|                            | 1,000 ml. | Conductor Rz1-k 0,6/1Kv. 8x185 (Cu)                                                                                                                              | 124,63 | 124,63 |               |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |           |                                                                                                                                                                  |        |        | <b>125,66</b> |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTICINCO EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS

|                            |           |                                                                                                                                                                  |        |        |               |
|----------------------------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|---------------|
| 4.7                        | ml        | <b>CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC, DE 1x1,5 mm2</b><br>Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 1x1,5 mm2 de cobre, introducido en tubo de PVC. |        |        |               |
|                            | 0,010 h.  | Oficial 1ª electricista                                                                                                                                          | 18,27  | 0,18   |               |
|                            | 0,010 h.  | Ayudante electricista                                                                                                                                            | 17,09  | 0,17   |               |
|                            | 1,000 ml. | Tubo de PVC aislado rígido normal                                                                                                                                | 0,68   | 0,68   |               |
|                            | 1,000 ml. | Conductor Rz1-k 0,6/1Kv. 8x185 (Cu)                                                                                                                              | 124,63 | 124,63 |               |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |           |                                                                                                                                                                  |        |        | <b>125,66</b> |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTICINCO EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS

|                            |           |                                                                                                                                                               |        |        |               |
|----------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|---------------|
| 4.8                        | ml        | <b>CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC DE 2x35 mm2</b><br>Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 2x35 mm2 de cobre, introducido en tubo de PVC. |        |        |               |
|                            | 0,010 h.  | Oficial 1ª electricista                                                                                                                                       | 18,27  | 0,18   |               |
|                            | 0,010 h.  | Ayudante electricista                                                                                                                                         | 17,09  | 0,17   |               |
|                            | 1,000 ml. | Tubo de PVC aislado rígido normal                                                                                                                             | 0,68   | 0,68   |               |
|                            | 1,000 ml. | Conductor Rz1-k 0,6/1Kv. 8x185 (Cu)                                                                                                                           | 124,63 | 124,63 |               |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |           |                                                                                                                                                               |        |        | <b>125,66</b> |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTICINCO EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS

|                            |           |                                                                                                                                                                 |        |        |               |
|----------------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|---------------|
| 4.9                        | ml        | <b>CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC DE 4x2,5 mm2</b><br>Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 4x2,5 mm2 de cobre, introducido en tubo de PVC. |        |        |               |
|                            | 0,010 h.  | Oficial 1ª electricista                                                                                                                                         | 18,27  | 0,18   |               |
|                            | 0,010 h.  | Ayudante electricista                                                                                                                                           | 17,09  | 0,17   |               |
|                            | 1,000 ml. | Tubo de PVC aislado rígido normal                                                                                                                               | 0,68   | 0,68   |               |
|                            | 1,000 ml. | Conductor Rz1-k 0,6/1Kv. 8x185 (Cu)                                                                                                                             | 124,63 | 124,63 |               |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |           |                                                                                                                                                                 |        |        | <b>125,66</b> |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTICINCO EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS

## CUADRO 4: UNIDADES DE OBRA (PRECIOS DESCOMPUESTOS)

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO      | CANTIDAD UD | RESUMEN                                                                                                     | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|---------|
| <b>4.10</b> | <b>ml</b>   | <b>CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC DE 4x10 mm2</b>                                                              |        |          |         |
|             |             | Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 4x10 mm2 de cobre, introducido en tubo de PVC. |        |          |         |
|             | 0,010 h.    | Oficial 1ª electricista                                                                                     | 18,27  | 0,18     |         |
|             | 0,010 h.    | Ayudante electricista                                                                                       | 17,09  | 0,17     |         |
|             | 1,000 ml.   | Tubo de PVC aislado rígido normal                                                                           | 0,68   | 0,68     |         |
|             | 1,000 ml.   | Conductor Rz1-k 0,6/1Kv. 8x185 (Cu)                                                                         | 124,63 | 124,63   |         |

**TOTAL PARTIDA ..... 125,66**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTICINCO EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS

|             |           |                                                                                                                                                                                                                           |        |        |  |
|-------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--|
| <b>4.11</b> | <b>ml</b> | <b>CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC DE 4x150 mm2</b>                                                                                                                                                                           |        |        |  |
|             |           | Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 4x150 mm2 de cobre, introducido en tubo de PVC aislado rígido normal, incluido el tendido del conductor, así como p/p de tubo y terminales correspondientes. |        |        |  |
|             | 0,010 h.  | Oficial 1ª electricista                                                                                                                                                                                                   | 18,27  | 0,18   |  |
|             | 0,010 h.  | Ayudante electricista                                                                                                                                                                                                     | 17,09  | 0,17   |  |
|             | 1,000 ml. | Tubo de PVC aislado rígido normal                                                                                                                                                                                         | 0,68   | 0,68   |  |
|             | 1,000 ml. | Conductor Rz1-k 0,6/1Kv. 8x185 (Cu)                                                                                                                                                                                       | 124,63 | 124,63 |  |

**TOTAL PARTIDA ..... 125,66**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTICINCO EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS

|             |           |                                                                                                                   |        |        |  |
|-------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--|
| <b>4.12</b> | <b>ml</b> | <b>CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC DE 5x4 mm2</b>                                                                     |        |        |  |
|             |           | Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 5x4 mm2 de cobre, introducido en tubo de PVC aislado |        |        |  |
|             | 0,010 h.  | Oficial 1ª electricista                                                                                           | 18,27  | 0,18   |  |
|             | 0,010 h.  | Ayudante electricista                                                                                             | 17,09  | 0,17   |  |
|             | 1,000 ml. | Tubo de PVC aislado rígido normal                                                                                 | 0,68   | 0,68   |  |
|             | 1,000 ml. | Conductor Rz1-k 0,6/1Kv. 8x185 (Cu)                                                                               | 124,63 | 124,63 |  |

**TOTAL PARTIDA ..... 125,66**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTICINCO EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS

|             |           |                                                                                                              |        |        |  |
|-------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--|
| <b>4.13</b> | <b>ml</b> | <b>CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC DE 8x185 mm2</b>                                                              |        |        |  |
|             |           | Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 8x185 mm2 de cobre, introducido en tubo de PVC. |        |        |  |
|             | 0,010 h.  | Oficial 1ª electricista                                                                                      | 18,27  | 0,18   |  |
|             | 0,010 h.  | Ayudante electricista                                                                                        | 17,09  | 0,17   |  |
|             | 1,000 ml. | Tubo de PVC aislado rígido normal                                                                            | 0,68   | 0,68   |  |
|             | 1,000 ml. | Conductor Rz1-k 0,6/1Kv. 8x185 (Cu)                                                                          | 124,63 | 124,63 |  |

**TOTAL PARTIDA ..... 125,66**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTICINCO EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS

|             |           |                                                                                       |       |      |  |
|-------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|--|
| <b>4.14</b> | <b>Ud</b> | <b>TOMA DE CORRIENTE DE 25 A</b>                                                      |       |      |  |
|             |           | Ud. de toma de corriente de 16 A con canalización de PVC rígido totalmente instalada. |       |      |  |
|             | 0,200 h.  | Oficial 1ª electricista                                                               | 18,27 | 3,65 |  |
|             | 1,000 m.  | Tubo pvc ríg. der.ind. m 40/gp5                                                       | 0,55  | 0,55 |  |
|             | 1,000     | Toma de corriente 16 A                                                                | 7,26  | 7,26 |  |
|             | 1,000     | Marco simple JUNG-AS 581                                                              | 1,26  | 1,26 |  |

**TOTAL PARTIDA ..... 12,72**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS

## CUADRO 4: UNIDADES DE OBRA (PRECIOS DESCOMPUESTOS)

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO                    | CANTIDAD UD | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                            | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE     |
|---------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|-------------|
| <b>CAPÍTULO 5 PINTURA</b> |             |                                                                                                                                                                                                                                    |        |          |             |
| 5.1                       | m2          | <b>Pint.plás.lisa mate estánd. obra b/color</b><br>Pintura plástica lisa mate lavable standard obra nueva en blanco o pigmentada, sobre paramentos horizontales y verticales, Dos manos, incluso mano de imprimación y plastecido. |        |          |             |
|                           | 0,160 h.    | Oficial 1ª pintura                                                                                                                                                                                                                 | 14,66  | 2,35     |             |
|                           | 0,160 h.    | Ayudante pintura                                                                                                                                                                                                                   | 13,41  | 2,15     |             |
|                           | 0,070 l.    | E.fij.muy pene.obra/mad ext/int fijamont                                                                                                                                                                                           | 5,75   | 0,40     |             |
|                           | 0,060 kg    | Masilla ultrafina acabados plasmont                                                                                                                                                                                                | 1,09   | 0,07     |             |
|                           | 0,300 l.    | P.plást.acrífica obra b/col.tornado mate                                                                                                                                                                                           | 1,87   | 0,56     |             |
|                           | 0,200 ud    | Pequeño material                                                                                                                                                                                                                   | 0,82   | 0,16     |             |
|                           |             | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                                                                                                                                                                                                         |        |          | <b>5,69</b> |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO EUROS con SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

## CUADRO 4: UNIDADES DE OBRA (PRECIOS DESCOMPUESTOS)

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO                      | CANTIDAD UD | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE      |
|-----------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|--------------|
| <b>CAPÍTULO 6 ALICATADO</b> |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |        |          |              |
| 6.1                         | m2          | <b>ALICATADO CON AZULEJO BLANCO LISO. 20x25 cm</b><br>Alicatado con azulejo blanco liso de 20x25 cm., (BIII s/n EN 159), recibido con mortero de cemento CEM II/A-P 32,5 R y arena de miga 1/6, i/p.p. de cortes, ingleses, piezas especiales, rejuntado con lechada de cemento blanco BL-V 22,5 y limpieza, s/NTE-RPA-3, medido deduciendo huecos superiores a 1 m2. |        |          |              |
|                             | 0,300 h.    | Oficial solador, alicatador                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 14,77  | 4,43     |              |
|                             | 0,300 h.    | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 13,09  | 3,93     |              |
|                             | 4,000 m2    | Azulejo blanco liso 25x25 cm.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |          |              |
|                             | 1,48        | 5,92                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |        |          |              |
|                             | 0,020 m3    | Mortero cemento 1/6 m-40 c/a.miga                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |        |          |              |
|                             | 59,20       | 1,18                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |        |          |              |
|                             | 0,001 m3    | Lechada cem. blanco bl 22,5 x                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |          |              |
|                             | 96,74       | 0,10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |        |          |              |
|                             |             | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |        |          | <b>15,56</b> |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS

## CUADRO 4: UNIDADES DE OBRA (PRECIOS DESCOMPUESTOS)

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO                                                                                       | CANTIDAD UD | RESUMEN                                                                                                                | PRECIO                     | SUBTOTAL           | IMPORTE           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------|-------------------|
| <b>CAPÍTULO 7 MAQUINARIA E INSTALACIONES</b>                                                 |             |                                                                                                                        |                            |                    |                   |
| 7.1                                                                                          | Ud          | <b>TRITURADORA DE SERRÍN</b><br>Ud. de trituradora de serrín Linnerman 300 BM. incluida instalación y resto de costes. |                            |                    |                   |
|                                                                                              |             |                                                                                                                        |                            | Sin descomposición |                   |
|                                                                                              |             |                                                                                                                        | <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |                    | <b>180.000,00</b> |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO OCHENTA MIL EUROS  |             |                                                                                                                        |                            |                    |                   |
| 7.2                                                                                          | Ud          | <b>MEZCLADOR</b><br>Ud. Mezcladora. Incluida instalación y resto de costes.                                            |                            |                    |                   |
|                                                                                              |             |                                                                                                                        |                            | Sin descomposición |                   |
|                                                                                              |             |                                                                                                                        | <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |                    | <b>11.000,00</b>  |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE MIL EUROS            |             |                                                                                                                        |                            |                    |                   |
| 7.3                                                                                          | Ud          | <b>TAMIZADORA</b><br>Ud. tamizadora. Incluida instalación y resto de costes.                                           |                            |                    |                   |
|                                                                                              |             |                                                                                                                        |                            | Sin descomposición |                   |
|                                                                                              |             |                                                                                                                        | <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |                    | <b>4.000,00</b>   |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO MIL EUROS          |             |                                                                                                                        |                            |                    |                   |
| 7.4                                                                                          | Ud          | <b>SECADERO</b><br>Ud. Secadero. Incluida instalación y resto de costes.                                               |                            |                    |                   |
|                                                                                              |             |                                                                                                                        |                            | Sin descomposición |                   |
|                                                                                              |             |                                                                                                                        | <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |                    | <b>210.000,00</b> |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS DIEZ MIL EUROS |             |                                                                                                                        |                            |                    |                   |
| 7.5                                                                                          | Ud          | <b>COLECTOR DE POLVO</b><br>Ud. Colector de polvo. Incluida instalación y resto de costes.                             |                            |                    |                   |
|                                                                                              |             |                                                                                                                        |                            | Sin descomposición |                   |
|                                                                                              |             |                                                                                                                        | <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |                    | <b>36.000,00</b>  |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y SEIS MIL EUROS  |             |                                                                                                                        |                            |                    |                   |
| 7.6                                                                                          | Ud          | <b>CALDERA DE BIOMASA</b><br>Ud. Caldera de biomasa. Incluida instalación y resto de costes.                           |                            |                    |                   |
|                                                                                              |             |                                                                                                                        |                            | Sin descomposición |                   |
|                                                                                              |             |                                                                                                                        | <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |                    | <b>95.000,00</b>  |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y CINCO MIL EUROS |             |                                                                                                                        |                            |                    |                   |
| 7.7                                                                                          | Ud          | <b>PELETIZADORA</b><br>Ud. Peletizadora. Incluida instalación y resto de costes.                                       |                            |                    |                   |
|                                                                                              |             |                                                                                                                        |                            | Sin descomposición |                   |
|                                                                                              |             |                                                                                                                        | <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |                    | <b>105.000,00</b> |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCO MIL EUROS    |             |                                                                                                                        |                            |                    |                   |
| 7.8                                                                                          | Ud          | <b>ENFRIADOR DE PELLETS</b><br>Ud. Enfriador de Pellets. Incluida instalación y resto de costes.                       |                            |                    |                   |
|                                                                                              |             |                                                                                                                        |                            | Sin descomposición |                   |
|                                                                                              |             |                                                                                                                        | <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |                    | <b>24.000,00</b>  |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICUATRO MIL EUROS    |             |                                                                                                                        |                            |                    |                   |
| 7.9                                                                                          | Ud          | <b>ENSACADORA/TERMOSELLADORA</b><br>Ud. Ensacadora-termoselladora. Incluida instalación y resto de costes.             |                            |                    |                   |
|                                                                                              |             |                                                                                                                        |                            | Sin descomposición |                   |
|                                                                                              |             |                                                                                                                        | <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |                    | <b>9.000,00</b>   |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE MIL EUROS           |             |                                                                                                                        |                            |                    |                   |

## CUADRO 4: UNIDADES DE OBRA (PRECIOS DESCOMPUESTOS)

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO                                                                                                       | CANTIDAD UD | RESUMEN                                                                                                                                                                            | PRECIO                     | SUBTOTAL | IMPORTE           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------|-------------------|
| 7.10                                                                                                         | Ud          | <b>PALETIZADORA</b><br>Ud. Paletizadora. Incluida instalación y resto de costes.                                                                                                   | Sin descomposición         |          |                   |
|                                                                                                              |             |                                                                                                                                                                                    | <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |          | <b>18.000,00</b>  |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECIOCHO MIL EUROS                       |             |                                                                                                                                                                                    |                            |          |                   |
| 7.11                                                                                                         | m           | <b>CINTA TRANSPORTADORA</b><br>m. Cinta transportadora. Incluida instalación y resto de costes.                                                                                    | Cinta transportadora       |          |                   |
|                                                                                                              | 1,000 m     |                                                                                                                                                                                    |                            |          |                   |
|                                                                                                              | 1.200,00    | 1.200,00                                                                                                                                                                           |                            |          |                   |
|                                                                                                              |             |                                                                                                                                                                                    | <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |          | <b>1.200,00</b>   |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL DOSCIENTOS EUROS                      |             |                                                                                                                                                                                    |                            |          |                   |
| 7.12                                                                                                         | Ud          | <b>DISTRIBUIDO DE MATERIAL</b><br>Ud. Distribuidor de material. Incluida instalación y resto de costes.                                                                            | Sin descomposición         |          |                   |
|                                                                                                              |             |                                                                                                                                                                                    | <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |          | <b>4.000,00</b>   |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO MIL EUROS                          |             |                                                                                                                                                                                    |                            |          |                   |
| 7.13                                                                                                         | Ud          | <b>ELEVADOR DE CANGILONES</b><br>Ud. Elevador de cangilones. Incluida instalación y resto de costes.                                                                               | Sin descomposición         |          |                   |
|                                                                                                              |             |                                                                                                                                                                                    | <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |          | <b>9.000,00</b>   |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE MIL EUROS                           |             |                                                                                                                                                                                    |                            |          |                   |
| 7.14                                                                                                         | Ud          | <b>SISTEMA INFORMATIZADO Y DE CONTROL DE LA PRODUCCIÓN</b><br>Ud.Sistema de control y manejo informatizado del sistema de la producción de la planta. Incluida instalación y resto | Sin descomposición         |          |                   |
|                                                                                                              |             |                                                                                                                                                                                    | <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |          | <b>185.000,00</b> |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO OCHENTA Y CINCO MIL EUROS          |             |                                                                                                                                                                                    |                            |          |                   |
| 7.15                                                                                                         | Ud          | <b>PALA CARGADORA</b><br>Ud. Pala cargadora compacta, con pala y garras para madera. Incluida instalación y resto de costes                                                        | Sin descomposición         |          |                   |
|                                                                                                              |             |                                                                                                                                                                                    | <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |          | <b>98.000,00</b>  |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y OCHO MIL EUROS                  |             |                                                                                                                                                                                    |                            |          |                   |
| 7.16                                                                                                         | Ud          | <b>CARRETILLA ELEVADORA</b><br>Ud. Carretilla elevadora. Incluida instalación y resto de costes                                                                                    | Sin descomposición         |          |                   |
|                                                                                                              |             |                                                                                                                                                                                    | <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |          | <b>21.175,00</b>  |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIUN MIL CIENTO SETENTA Y CINCO EUROS |             |                                                                                                                                                                                    |                            |          |                   |
| 7.17                                                                                                         | Ud          | <b>TOLVA 4,2x4,2x4</b><br>Ud. Tolva de tejido técnico de 4,2x4,2x4. Incluida instalación y resto de costes                                                                         | Sin descomposición         |          |                   |
|                                                                                                              |             |                                                                                                                                                                                    | <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |          | <b>4.100,00</b>   |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO MIL CIEEN EUROS                    |             |                                                                                                                                                                                    |                            |          |                   |
| 7.18                                                                                                         | Ud          | <b>TOLVA 3,5x3,5x4</b><br>Ud. Tolva de tejido técnico de 3,5x3,5x4. Incluida instalación y resto de costes.                                                                        | Sin descomposición         |          |                   |
|                                                                                                              |             |                                                                                                                                                                                    | <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |          | <b>3.600,00</b>   |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL SEISCIENTOS EUROS                |             |                                                                                                                                                                                    |                            |          |                   |

## CUADRO 4: UNIDADES DE OBRA (PRECIOS DESCOMPUESTOS)

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO                                                                                                   | CANTIDAD UD | RESUMEN                                                                                                                                           | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|-----------------|
| 7.19                                                                                                     | Ud          | <b>SILO 60 m3</b><br>Ud. Silo de 60 m3 de acero ondulado galvanizado electrolítico. Incluida instalación y resto de costes.<br>Sin descomposición |        |          |                 |
|                                                                                                          |             | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                                                                                                                        |        |          | <b>4.250,00</b> |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO MIL DOSCIENTOS CINCUENTA EUROS |             |                                                                                                                                                   |        |          |                 |
| 7.20                                                                                                     | Ud          | <b>SILO 46 m3</b><br>Ud. Silo de 46 m3 de acero ondulado galvanizado electrolítico. Incluida instalación y resto de costes.<br>Sin descomposición |        |          |                 |
|                                                                                                          |             | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                                                                                                                        |        |          | <b>3.800,00</b> |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL OCHOCIENTOS EUROS            |             |                                                                                                                                                   |        |          |                 |

## CUADRO 4: UNIDADES DE OBRA (PRECIOS DESCOMPUESTOS)

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO | CANTIDAD UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------|-------------|---------|--------|----------|---------|
|--------|-------------|---------|--------|----------|---------|

#### CAPÍTULO 8 PREVENCIÓN DE INCENDIOS

|            |           |                                                                                         |       |      |  |
|------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|--|
| <b>8.1</b> | <b>Ud</b> | <b>EXTINTOR DE POLVO ABC/ EFICACIA 21A-113B</b>                                         |       |      |  |
|            |           | Ud. Extintor de polvo ABC de 12 kg con eficacia 21A-113B y manguera de 45 mm instalada. |       |      |  |
|            | 0,100 h   | Peón suelto                                                                             | 14,41 | 1,44 |  |
|            | 1,000 Ud  | Extintor polvo ABC 21A-113B                                                             |       |      |  |
|            | 76,26     | 76,26                                                                                   |       |      |  |

**TOTAL PARTIDA ..... 77,70**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y SIETE EUROS con SETENTA CÉNTIMOS

|            |           |                                                              |       |        |        |
|------------|-----------|--------------------------------------------------------------|-------|--------|--------|
| <b>8.2</b> | <b>Ud</b> | <b>BOCA DE INCENDIOS</b>                                     |       |        |        |
|            |           | Ud. Boca de incendios DN 45 con manguera de 45 mm instalada. |       |        |        |
|            | 0,300 h   | Peón suelto                                                  | 14,41 | 4,32   |        |
|            | 1,000 Ud  | Boca de incendios 45 DN con manguera de 45 mm de diámetro    |       | 210,00 | 210,00 |

**TOTAL PARTIDA ..... 214,32**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS CATORCE EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS

## CUADRO 4: UNIDADES DE OBRA (PRECIOS DESCOMPUESTOS)

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO                                                                            | CANTIDAD UD | RESUMEN          | PRECIO                     | SUBTOTAL | IMPORTE         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------|----------------------------|----------|-----------------|
| <b>CAPÍTULO 9 ALQUILER DE LA NAVE</b>                                             |             |                  |                            |          |                 |
| 9.1                                                                               | mes         | ALQUILER POR MES |                            |          |                 |
|                                                                                   |             |                  | Sin descomposición         |          |                 |
|                                                                                   |             |                  | <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |          | <b>2.000,00</b> |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL EUROS  |             |                  |                            |          |                 |
| 9.2                                                                               | mes         | FIANZA           |                            |          |                 |
|                                                                                   |             |                  | Sin descomposición         |          |                 |
|                                                                                   |             |                  | <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |          | <b>6.000,00</b> |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS MIL EUROS |             |                  |                            |          |                 |

## CUADRO 4: UNIDADES DE OBRA (PRECIOS DESCOMPUESTOS)

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO                               | CANTIDAD UD | RESUMEN                                | PRECIO    | SUBTOTAL  | IMPORTE          |
|--------------------------------------|-------------|----------------------------------------|-----------|-----------|------------------|
| <b>CAPÍTULO 10 SEGURIDAD Y SALUD</b> |             |                                        |           |           |                  |
| 10.1                                 | Ud          | <b>Materiales de Seguridad y Salud</b> |           |           |                  |
|                                      | 1,000 ud    | Materiales de Seguridad y Salud        | 23.027,70 | 23.027,70 |                  |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b>           |             |                                        |           |           | <b>23.027,70</b> |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTITRES MIL VEINTISIETE EUROS con SETENTA CÉNTIMOS

## MEDICIONES

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

CÓDIGO RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD

| CÓDIGO | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|
| 1.1    | <b>CAPÍTULO 1 MONTAJE DE OFICINA, LABORATORIO Y ALMACEN CON PLADUR</b><br>m2<br>Tabique PLADUR® CH 135/600 (CH-90) LR 3xFOC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |     |          |         |        |           |          |
|        | Tabique formado por una estructura de perfiles de chapa de acero galvanizada de 90 mm. de ancho y 0,7 mm de espesor, a base de Montantes PLADUR® CH-90 y Montantes PLADUR® E-90 (elementos verticales), separados entre ejes 600 mm. y Canales PLADUR® J-92 (elementos horizontales), hacia el lado no accesible (zona del hueco) se crea una cara del tabique encajando una placa PLADUR® tipo CH de 25 mm de espesor con los montantes de arranque y final E-90 y de modulación CH-90, encajando ambos materiales con cordones continuos de Sellador Acústico Intumescente PLADUR®. Por el lado transitable de este tabique, se atornillan tres placas PLADUR® tipo FOC de 15 mm. de espesor, dando un ancho total del tabique terminado de 135 mm. Parte proporcional de materiales PLADUR®: tornillería, pastas, sellador acústico Intumescente, cintas de juntas, juntas estancas /acústicas de su perímetro, etc. así como anclajes para canales en suelo y techo, etc. totalmente terminado con calidad de terminación Nivel 1 (Q1) para terminaciones de alicatado, laminados, con rastreles, etc ó calidad de terminación Nivel 2 (Q2) para terminaciones estándar de pintura ó papel pintado normal (a definir en proyecto) excepto en el lado no transitable del sistema. Alma con Lana de Roca de 60 a 70 mm. de espesor y densidad mínima 70 kg/m3. Montaje según Norma UNE 102.040 IN y documentación técnico-comercial específica del Sistema PLADUR® CH así como requisitos del CTE-DB HR. |     |          |         |        |           |          |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |          |         |        |           | 76,50    |
| 1.2    | m2<br>T. registrable "S.C." 600x600 FON-13 C8/18 C. RECTO LM                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |          |         |        |           |          |
|        | Techo registrable formado por una estructura de perfiles de chapa de acero galvanizada revestida por una lámina prelacada en distintos colores (según catálogo) en su cara vista. Dicha estructura forma una cuadrícula de 600x600 mm. compuesta por perfiles PLADUR® primarios, secundarios y angulares fijados mecánicamente en todo su perímetro. La estructura queda debidamente suspendida del forjado mediante anclajes, varilla roscada y piezas de cuelgue TR, sobre ella, se apoyarán las placas PLADUR® tipo FON Cuadrado 8/18 Canto Recto de 13 mm. de espesor y dimensiones 595x595 mm, la cual tiene pegado en todo su dorso un velo negro de fibra de vidrio que tapa las perforaciones de la placa, instalando en el plenum y apoyado sobre este velo, una Lana Mineral de 80 mm de espesor y baja densidad. Incluso parte proporcional de tornillería, anclajes para forjado y perímetro, totalmente terminado y pintado en color blanco. Montaje según Normativa Intersectorial de ATEDY: "Manual de instalación de techos desmontables de escayola" y requisitos del CTE-DB HR.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |          |         |        |           |          |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |          |         |        |           | 66,50    |

## MEDICIONES

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|--------|---------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|
|--------|---------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |  |  |  |  |      |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|------|
| 2.1 | <b>CAPÍTULO 2 CARPINTERIA Y CERRAJERIA</b><br>ud<br>P.p. lisa hueca 2/h sapelly<br>Puerta de paso ciega de 2 hojas normalizadas, serie económica, lisa hueca (CLH) de sapelly barnizadas, incluso precerco de pino de 70x35 mm., galce o cerco visto de DM rechapado de sapelly de 70x30 mm., tapajuntas lisos de DM rechapados de sapelly 70x10 mm. en ambas caras, y herrajes de colgar y de cierre latonados, montada, incluso p.p. de medios auxiliares. |  |  |  |  |  | 3,00 |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|------|

## MEDICIONES

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|--------|---------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|
|--------|---------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|

|                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |  |  |  |  |      |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|------|
| <b>CAPÍTULO 3 FONTANERIA DEL LABORATORIO</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |  |  |  |  |      |
| 3.1                                          | <b>m. Tubería de cobre de 16/18 mm.</b><br>Tubería de cobre recocido, de 16/18 mm. de diámetro nominal, en instalaciones interiores de viviendas y locales comerciales, para agua fría y caliente, con p.p. de piezas especiales de cobre, instalada y funcionando, según normativa vigente, en ramales de longitud inferior a 3 metros, incluso con protección de tubo corrugado de PVC. |  |  |  |  |  |      |
|                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |  |  |  |  | 3,00 |
| 3.2                                          | <b>ud Lav.70x56 c/ped. s.media bla.</b><br>Lavabo de porcelana vitrificada en blanco de 70x56 cm. colocado con pedestal y con anclajes a la pared, con grifería monomando, con rompechorros y enlaces de alimentación flexibles, incluso válvula de desagüe de 32 mm., llaves de escuadra de 1/2" cromadas, y latiguillos flexibles de 20 cm. y de 1/2", instalado y funcionando.         |  |  |  |  |  |      |
|                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |  |  |  |  | 2,00 |

## MEDICIONES

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO                         | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|
| <b>CAPÍTULO 4 ELECTRICIDAD</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |          |         |        |           |          |
| 4.1                            | <b>ud P.LUZ SENCILLO SIMÓN 75</b><br>Punto de luz sencillo realizado con tubo PVC corrugado de M 20/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm <sup>2</sup> de Cu., y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, interruptor unipolar Simón serie 75, instalado.                                                                                                                                          |     |          |         |        |           | 9,00     |
| 4.2                            | <b>ud P.DOBLE CONM. SIMÓN 75</b><br>Punto doble conmutador realizado con tubo PVC corrugado de D=20/gp 5, conductor rígido de 1,5 mm <sup>2</sup> de Cu., y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, cajas de mecanismo universal con tornillos, dobles conmutadores Simón serie 75, instalado.                                                                                                                                          |     |          |         |        |           | 3,00     |
| 4.3                            | <b>ud LUM.EMPOT.DIF.PRISMÁTICO 2x36 w.af</b><br>Luminaria de empotrar, de 3x36 W. con difusor en metacrilato prismático transparente, con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero galvanizado esmaltada en blanco, equipo eléctrico formado por reactancias, condensadores, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes nueva generación y bornes de conexión. Instalada, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexiónado. |     |          |         |        |           | 2,00     |
| 4.4                            | <b>ud LIM.EMPOT.DIF.PRISMÁTICO 3x36 w.af</b><br>Luminaria de empotrar, de 2x18 W. con difusor en metacrilato prismático transparente, con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero galvanizado esmaltada en blanco, equipo eléctrico formado por reactancias, condensadores, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes nueva generación y bornes de conexión. Instalada, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexiónado. |     |          |         |        |           | 3,00     |
| 4.5                            | <b>ml CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC, DE 2x1,5 mm<sup>2</sup></b><br>Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 2x1,5 mm <sup>2</sup> de cobre, introducido en tubo de PVC aislado rígido normal, incluído el tendido del conductor, así como p/p de tubo y terminales correspondientes.                                                                                                                                             |     |          |         |        |           | 16,00    |
| 4.6                            | <b>ml CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC, DE 2x2,5 mm<sup>2</sup></b><br>Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 2x2,5 mm <sup>2</sup> de cobre, introducido en tubo de PVC aislado rígido normal, incluído el tendido del conductor, así como p/p de tubo y terminales correspondientes.                                                                                                                                             |     |          |         |        |           | 130,00   |
| 4.7                            | <b>ml CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC, DE 1x1,5 mm<sup>2</sup></b><br>Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 1x1,5 mm <sup>2</sup> de cobre, introducido en tubo de PVC aislado rígido normal, incluído el tendido del conductor, así como p/p de tubo y terminales correspondientes.                                                                                                                                             |     |          |         |        |           | 95,00    |
| 4.8                            | <b>ml CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC DE 2x35 mm<sup>2</sup></b><br>Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 2x35 mm <sup>2</sup> de cobre, introducido en tubo de PVC aislado rígido normal, incluído el tendido del conductor, así como p/p de tubo y terminales correspondientes.                                                                                                                                                |     |          |         |        |           | 8,00     |
| 4.9                            | <b>ml CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC DE 4x2,5 mm<sup>2</sup></b><br>Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 4x2,5 mm <sup>2</sup> de cobre, introducido en tubo de PVC aislado rígido normal, incluído el tendido del conductor, así como p/p de tubo y terminales correspondientes.                                                                                                                                              |     |          |         |        |           | 8,00     |

## MEDICIONES

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                                                         | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES                        | CANTIDAD |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---------|--------|----------------------------------|----------|
| 4.10   | <b>ml CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC DE 4x10 mm2</b><br>Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 4x10 mm2 de cobre, introducido en tubo de PVC aislado rígido normal, incluído el tendido del conductor, así como p/p de tubo y terminales correspondientes.   |     |          |         |        |                                  | 12,00    |
| 4.11   | <b>ml CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC DE 4x150 mm2</b><br>Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 4x150 mm2 de cobre, introducido en tubo de PVC aislado rígido normal, incluído el tendido del conductor, así como p/p de tubo y terminales correspondientes. |     |          |         |        |                                  | 30,00    |
| 4.12   | <b>ml CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC DE 5x4 mm2</b><br>Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 5x4 mm2 de cobre, introducido en tubo de PVC aislado rígido normal, incluído el tendido del conductor, así como p/p de tubo y terminales correspondientes.     |     |          |         |        |                                  | 10,00    |
| 4.13   | <b>ml CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC DE 8x185 mm2</b><br>Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 8x185 mm2 de cobre, introducido en tubo de PVC aislado rígido normal, incluído el tendido del conductor, así como p/p de tubo y terminales correspondientes. |     |          |         |        |                                  | 12,00    |
| 4.14   | <b>Ud</b><br>Ud. de toma de corriente de 16 A con canalización de PVC rígido totalmente instalada.                                                                                                                                                                              |     |          |         |        | <b>TOMA DE CORRIENTE DE 25 A</b> | 3,00     |

## MEDICIONES

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|--------|---------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|
|--------|---------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|

---

|     |                                                                                                                                                                                                                                                               |  |  |  |  |  |       |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|-------|
| 5.1 | <b>CAPÍTULO 5 PINTURA</b><br>m2 Pint.plás.lisa mate estándar. obra b/color<br>Pintura plástica lisa mate lavable standard obra nueva en blanco o pigmentada, sobre paramentos horizontales y verticales, dos manos, incluso mano de imprimación y plastecido. |  |  |  |  |  | 91,50 |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|-------|

---

## MEDICIONES

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|--------|---------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|
|--------|---------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |  |  |  |  |       |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|-------|
| 6.1 | <b>CAPÍTULO 6 ALICATADO</b><br>m2 ALICATADO CON AZULEJO BLANCO LISO. 20x25 cm<br>Alicatado con azulejo blanco liso de 20x25 cm., (BIII s/n EN 159), recibido con mortero de cemento CEM III/A-P 32,5 R y arena de miga 1/6, i/p.p. de cortes, ingletes, piezas especiales, rejuntado con lechada de cemento blanco BL-V 22,5 y limpieza, s/NTE-RPA-3, medido deduciendo huecos superiores a 1 m2. |  |  |  |  |  | 87,70 |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|-------|

## MEDICIONES

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO                                       | RESUMEN                                                                                                                                                                                           | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|
| <b>CAPÍTULO 7 MAQUINARIA E INSTALACIONES</b> |                                                                                                                                                                                                   |     |          |         |        |           |          |
| 7.1                                          | <b>Ud TRITURADORA DE SERRÍN</b><br>Ud. de trituradora de serrín Linnerman 300 BM. incluida instalación y resto de costes.                                                                         |     |          |         |        |           | 1,00     |
| 7.2                                          | <b>Ud MEZCLADOR</b><br>Ud. Mezcladora. Incluida instalación y resto de costes.                                                                                                                    |     |          |         |        |           | 1,00     |
| 7.3                                          | <b>Ud TAMIZADORA</b><br>Ud. tamizadora. Incluida instalación y resto de costes.                                                                                                                   |     |          |         |        |           | 2,00     |
| 7.4                                          | <b>Ud SECADERO</b><br>Ud. Secadero. Incluida instalación y resto de costes.                                                                                                                       |     |          |         |        |           | 1,00     |
| 7.5                                          | <b>Ud COLECTOR DE POLVO</b><br>Ud. Colector de polvo. Incluida instalación y resto de costes.                                                                                                     |     |          |         |        |           | 1,00     |
| 7.6                                          | <b>Ud CALDERA DE BIOMASA</b><br>Ud. Caldera de biomasa. Incluida instalación y resto de costes.                                                                                                   |     |          |         |        |           | 1,00     |
| 7.7                                          | <b>Ud PELETIZADORA</b><br>Ud. Peletizadora. Incluida instalación y resto de costes.                                                                                                               |     |          |         |        |           | 1,00     |
| 7.8                                          | <b>Ud ENFRIADOR DE PELLETS</b><br>Ud. Enfriador de Pellets. Incluida instalación y resto de costes.                                                                                               |     |          |         |        |           | 1,00     |
| 7.9                                          | <b>Ud ENSACADORA/TERMOSELLADORA</b><br>Ud. Ensacadora-termoselladora. Incluida instalación y resto de costes.                                                                                     |     |          |         |        |           | 1,00     |
| 7.10                                         | <b>Ud PALETIZADORA</b><br>Ud. Paletizadora. Incluida instalación y resto de costes.                                                                                                               |     |          |         |        |           | 1,00     |
| 7.11                                         | <b>m CINTA TRANSPORTADORA</b><br>m. Cinta transportadora. Incluida instalación y resto de costes.                                                                                                 |     |          |         |        |           | 50,00    |
| 7.12                                         | <b>Ud DISTRIBUIDO DE MATERIAL</b><br>Ud. Distribuidor de material. Incluida instalación y resto de costes.                                                                                        |     |          |         |        |           | 2,00     |
| 7.13                                         | <b>Ud ELEVADOR DE CANGILONES</b><br>Ud. Elevador de cangilones. Incluida instalación y resto de costes.                                                                                           |     |          |         |        |           | 1,00     |
| 7.14                                         | <b>Ud SISTEMA INFORMATIZADO Y DE CONTROL DE LA PRODUCCIÓN</b><br>Ud. Sistema de control y manejo informatizado del sistema de la producción de la planta. Incluida instalación y resto de costes. |     |          |         |        |           | 1,00     |

## MEDICIONES

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO | RESUMEN                                                                                                                        | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|
| 7.15   | <b>Ud PALA CARGADORA</b><br>Ud. Pala cargadora compacta, con pala y garras para madera. Incluida instalación y resto de costes |     |          |         |        |           |          |
|        |                                                                                                                                |     |          |         |        |           | 1,00     |
| 7.16   | <b>Ud CARRETILLA ELEVADORA</b><br>Ud. Carretilla elevadora. Incluida instalación y resto de costes                             |     |          |         |        |           |          |
|        |                                                                                                                                |     |          |         |        |           | 1,00     |
| 7.17   | <b>Ud TOLVA 4,2x4,2x4</b><br>Ud. Tolva de tejido técnico de 4,2x4,2x4. Incluida instalación y resto de costes                  |     |          |         |        |           |          |
|        |                                                                                                                                |     |          |         |        |           | 1,00     |
| 7.18   | <b>Ud TOLVA 3,5x3,5x4</b><br>Ud. Tolva de tejido técnico de 3,5x3,5x4. Incluida instalación y resto de costes.                 |     |          |         |        |           |          |
|        |                                                                                                                                |     |          |         |        |           | 1,00     |
| 7.19   | <b>Ud SILO 60 m3</b><br>Ud. Silo de 60 m3 de acero ondulado galvanizado electrolítico. Incluida instalación y resto de costes. |     |          |         |        |           |          |
|        |                                                                                                                                |     |          |         |        |           | 1,00     |
| 7.20   | <b>Ud SILO 46 m3</b><br>Ud. Silo de 46 m3 de acero ondulado galvanizado electrolítico. Incluida instalación y resto de costes  |     |          |         |        |           |          |
|        |                                                                                                                                |     |          |         |        |           | 2,00     |

## MEDICIONES

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|--------|---------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|
|--------|---------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|

|                                           |                                                                                                                                        |  |  |  |  |  |      |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|------|
| <b>CAPÍTULO 8 PREVENCIÓN DE INCENDIOS</b> |                                                                                                                                        |  |  |  |  |  |      |
| 8.1                                       | Ud EXTINTOR DE POLVO ABC/ EFICACIA 21A-113B<br>Ud. Extintor de polvo ABC de 12 kg con eficacia 21A-113B y manguera de 45 mm instalada. |  |  |  |  |  |      |
|                                           |                                                                                                                                        |  |  |  |  |  | 8,00 |
| 8.2                                       | Ud BOCA DE INCENDIOS<br>Ud. Boca de incendios DN 45 con manguera de 45 mm instalada.                                                   |  |  |  |  |  |      |
|                                           |                                                                                                                                        |  |  |  |  |  | 3,00 |

## MEDICIONES

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO | RESUMEN                                                       | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|--------|---------------------------------------------------------------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|
| 9.1    | <b>CAPÍTULO 9 ALQUILER DE LA NAVE</b><br>mes ALQUILER POR MES |     |          |         |        |           |          |
|        |                                                               |     |          |         |        |           | 12,00    |
| 9.2    | mes FIANZA                                                    |     |          |         |        |           |          |
|        |                                                               |     |          |         |        |           | 1,00     |

## MEDICIONES

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO | RESUMEN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|--------|---------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|
|--------|---------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|

---

|      |                                            |  |  |  |  |                                 |      |
|------|--------------------------------------------|--|--|--|--|---------------------------------|------|
| 10.1 | <b>CAPÍTULO 10 SEGURIDAD Y SALUD</b><br>Ud |  |  |  |  | Materiales de Seguridad y Salud |      |
|      |                                            |  |  |  |  |                                 | 1,00 |

---

# PRESUPUESTOS PARCIALES

## PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO                                                                             | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE  |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|----------|------------------|
| <b>CAPÍTULO 1 MONTAJE DE OFICINA, LABORATORIO Y ALMACEN CON PLADUR</b>             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |     |          |         |        |           |          |        |          |                  |
| 1.1                                                                                | <p><b>m2 Tabique PLADUR® CH 135/600 (CH-90) LR 3xFOC</b></p> <p>Tabique formado por una estructura de perfiles de chapa de acero galvanizada de 90 mm. de ancho y 0,7 mm de espesor, a base de Montantes PLADUR® CH-90 y Montantes PLADUR® E-90 (elementos verticales), separados entre ejes 600 mm. y Canales PLADUR® J-92 (elementos horizontales), hacia el lado no accesible (zona del hueco) se crea una cara del tabique encajando una placa PLADUR® tipo CH de 25 mm de espesor con los montantes de arranque y final E-90 y de modulación CH-90, encajando ambos materiales con cordones continuos de Sellador Acústico Intumescente PLADUR®. Por el lado transitable de este tabique, se atornillan tres placas PLADUR® tipo FOC de 15 mm. de espesor, dando un ancho total del tabique terminado de 135 mm. Parte proporcional de materiales PLADUR®: tornillería, pastas, sellador acústico Intumescente, cintas de juntas, juntas estancas /acústicas de su perímetro, etc. así como anclajes para canales en suelo y techo, etc. totalmente terminado con calidad de terminación Nivel 1 (Q1) para terminaciones de alicatado, laminados, con rastreles, etc ó calidad de terminación Nivel 2 (Q2) para terminaciones estándar de pintura ó papel pintado normal (a definir en proyecto) excepto en el lado no transitable del sistema. Alma con Lana de Roca de 60 a 70 mm. de espesor y densidad mínima 70 kg/m3. Montaje según Norma UNE 102.040 IN y documentación técnico-comercial específica del Sistema PLADUR® CH así como requisitos del CTE-DB HR.</p> |     |          |         |        |           |          | 76,50  | 121,05   | 9.260,33         |
| 1.2                                                                                | <p><b>m2 T. registrable "S.C." 600x600 FON-13 C8/18 C. RECTO LM</b></p> <p>Techo registrable formado por una estructura de perfiles de chapa de acero galvanizada revestida por una lámina prelacada en distintos colores (según catálogo) en su cara vista. Dicha estructura forma una cuadrícula de 600x600 mm. compuesta por perfiles PLADUR® primarios, secundarios y angulares fijados mecánicamente en todo su perímetro. La estructura queda debidamente suspendida del forjado mediante anclajes, varilla roscada y piezas de cuelgue TR, sobre ella, se apoyarán las placas PLADUR® tipo FON Cuadrado 8/18 Canto Recto de 13 mm. de espesor y dimensiones 595x595 mm, la cual tiene pegado en todo su dorso un velo negro de fibra de vidrio que tapa las perforaciones de la placa, instalando en el plenum y apoyado sobre este velo, una Lana Mineral de 80 mm de espesor y baja densidad. Incluso parte proporcional de tornillería, anclajes para forjado y perímetro, totalmente terminado y pintado en color blanco. Montaje según Normativa Intersectorial de ATEDY: "Manual de instalación de techos desmontables de escayola" y requisitos del CTE-DB HR.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |          |         |        |           | 66,50    | 42,90  | 2.852,85 |                  |
| <b>TOTAL CAPÍTULO 1 MONTAJE DE OFICINA, LABORATORIO Y ALMACEN CON PLADUR .....</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |     |          |         |        |           |          |        |          | <b>12.113,18</b> |

## PRESUPUESTOS PARCIALES

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO                                     | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE       |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|---------------|
| <b>CAPÍTULO 2 CARPINTERIA Y CERRAJERIA</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |          |         |        |           |          |        |               |
| 2.1                                        | ud P.p. lisa hueca 2/h sapelly<br>Puerta de paso ciega de 2 hojas normalizadas, serie económica, lisa hueca (CLH) de sapelly barnizadas, incluso precerco de pino de 70x35 mm., galce o cerco visto de DM rechapado de sapelly de 70x30 mm., tapajuntas lisos de DM rechapados de sapelly 70x10 mm. en ambas caras, y herrajes de colgar y de cierre latonados, montada, incluso p.p. de medios auxiliares. |     |          |         |        |           |          |        |               |
|                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |          |         |        |           | 3,00     | 258,69 | 776,07        |
|                                            | <b>TOTAL CAPÍTULO 2 CARPINTERIA Y CERRAJERIA.....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |          |         |        |           |          |        | <b>776,07</b> |

## PRESUPUESTOS PARCIALES

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO                                                   | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE       |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|---------------|
| <b>CAPÍTULO 3 FONTANERIA DEL LABORATORIO</b>             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |          |         |        |           |          |        |               |
| 3.1                                                      | <p><b>m. Tubería de cobre de 16/18 mm.</b></p> <p>Tubería de cobre recocido, de 16/18 mm. de diámetro nominal, en instalaciones interiores de viviendas y locales comerciales, para agua fría y caliente, con p.p. de piezas especiales de cobre, instalada y funcionando, según normativa vigente, en ramales de longitud inferior a 3 metros, incluso con protección de tubo corrugado de PVC.</p> |     |          |         |        |           | 3,00     | 6,03   | 18,09         |
| 3.2                                                      | <p><b>ud Lav.70x56 c/ped. s.media bla.</b></p> <p>Lavabo de porcelana vitrificada en blanco de 70x56 cm. colocado con pedestal y con anclajes a la pared, con grifería monomando, con rompechorros y enlaces de alimentación flexibles, incluso válvula de desagüe de 32 mm., llaves de escuadra de 1/2" cromadas, y latiguillos flexibles de 20 cm. y de 1/2", instalado y funcionando.</p>         |     |          |         |        |           | 2,00     | 178,64 | 357,28        |
| <b>TOTAL CAPÍTULO 3 FONTANERIA DEL LABORATORIO .....</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |          |         |        |           |          |        | <b>375,37</b> |

## PRESUPUESTOS PARCIALES

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO                         | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE   |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-----------|
| <b>CAPÍTULO 4 ELECTRICIDAD</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |          |         |        |           |          |        |           |
| 4.1                            | <b>ud P.LUZ SENCILLO SIMÓN 75</b><br>Punto de luz sencillo realizado con tubo PVC corrugado de M 20/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu., y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, interruptor unipolar Simón serie 75, instalado.                                                                                                                                                      |     |          |         |        |           | 9,00     | 25,80  | 232,24    |
| 4.2                            | <b>ud P.DOBLE CONM. SIMÓN 75</b><br>Punto doble conmutador realizado con tubo PVC corrugado de D=20/gp 5, conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu., y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, cajas de mecanismo universal con tornillos, dobles conmutadores Simón serie 75, instalado.                                                                                                                                                      |     |          |         |        |           | 3,00     | 70,08  | 210,24    |
| 4.3                            | <b>ud LUM.EMPOT.DIF.PRISMÁTICO 2x36 w.af</b><br>Luminaria de empotrar, de 3x36 W. con difusor en metacrilato prismático transparente, con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero galvanizado esmaltada en blanco, equipo eléctrico formado por reactancias, condensadores, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes nueva generación y bornes de conexión. Instalada, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexiónado. |     |          |         |        |           | 2,00     | 113,16 | 226,32    |
| 4.4                            | <b>ud LIM.EMPOT.DIF.PRISMÁTICO 3x36 w.af</b><br>Luminaria de empotrar, de 2x18 W. con difusor en metacrilato prismático transparente, con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero galvanizado esmaltada en blanco, equipo eléctrico formado por reactancias, condensadores, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes nueva generación y bornes de conexión. Instalada, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexiónado. |     |          |         |        |           | 3,00     | 113,16 | 339,48    |
| 4.5                            | <b>ml CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC, DE 2x1,5 mm2</b><br>Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 2x1,5 mm2 de cobre, introducido en tubo de PVC aislado rígido normal, incluído el tendido del conductor, así como p/p de tubo y terminales correspondientes.                                                                                                                                                                    |     |          |         |        |           | 16,00    | 1,62   | 25,92     |
| 4.6                            | <b>ml CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC, DE 2x2,5 mm2</b><br>Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 2x2,5 mm2 de cobre, introducido en tubo de PVC aislado rígido normal, incluído el tendido del conductor, así como p/p de tubo y terminales correspondientes.                                                                                                                                                                    |     |          |         |        |           | 130,00   | 125,66 | 16.335,80 |
| 4.7                            | <b>ml CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC, DE 1x1,5 mm2</b><br>Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 1x1,5 mm2 de cobre, introducido en tubo de PVC aislado rígido normal, incluído el tendido del conductor, así como p/p de tubo y terminales correspondientes.                                                                                                                                                                    |     |          |         |        |           | 95,00    | 125,66 | 11.937,70 |
| 4.8                            | <b>ml CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC DE 2x35 mm2</b><br>Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 2x35 mm2 de cobre, introducido en tubo de PVC aislado rígido normal, incluído el tendido del conductor, así como p/p de tubo y terminales correspondientes.                                                                                                                                                                       |     |          |         |        |           | 8,00     | 125,66 | 1.005,28  |

## PRESUPUESTOS PARCIALES

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO                                     | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                                                         | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE          |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|------------------|
| 4.9                                        | <b>ml CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC DE 4x2,5 mm2</b><br>Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 4x2,5 mm2 de cobre, introducido en tubo de PVC aislado rígido normal, incluido el tendido del conductor, así como p/p de tubo y terminales correspondientes. |     |          |         |        |           | 8,00     | 125,66 | 1.005,28         |
| 4.10                                       | <b>ml CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC DE 4x10 mm2</b><br>Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 4x10 mm2 de cobre, introducido en tubo de PVC aislado rígido normal, incluido el tendido del conductor, así como p/p de tubo y terminales correspondientes.   |     |          |         |        |           | 12,00    | 125,66 | 1.507,92         |
| 4.11                                       | <b>ml CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC DE 4x150 mm2</b><br>Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 4x150 mm2 de cobre, introducido en tubo de PVC aislado rígido normal, incluido el tendido del conductor, así como p/p de tubo y terminales correspondientes. |     |          |         |        |           | 30,00    | 125,66 | 3.769,80         |
| 4.12                                       | <b>ml CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC DE 5x4 mm2</b><br>Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 5x4 mm2 de cobre, introducido en tubo de PVC aislado rígido normal, incluido el tendido del conductor, así como p/p de tubo y terminales correspondientes.     |     |          |         |        |           | 10,00    | 125,66 | 1.256,60         |
| 4.13                                       | <b>ml CONDUCTOR DE COBRE/REC. PVC DE 8x185 mm2</b><br>Ml. Línea general de alimentación aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 8x185 mm2 de cobre, introducido en tubo de PVC aislado rígido normal, incluido el tendido del conductor, así como p/p de tubo y terminales correspondientes. |     |          |         |        |           | 12,00    | 125,66 | 1.507,92         |
| 4.14                                       | <b>Ud TOMA DE CORRIENTE DE 25 A</b><br>Ud. de toma de corriente de 16 A con canalización de PVC rígido totalmente instalada.                                                                                                                                                    |     |          |         |        |           | 3,00     | 12,72  | 38,16            |
| <b>TOTAL CAPÍTULO 4 ELECTRICIDAD .....</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |          |         |        |           |          |        | <b>39.398,62</b> |

## PRESUPUESTOS PARCIALES

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                                       | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE       |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|---------------|
| 5.1    | <b>CAPÍTULO 5 PINTURA</b><br>m2 Pint.plás.lisa mate estándar. obra b/color<br>Pintura plástica lisa mate lavable standard obra nueva en blanco o pigmentada, sobre paramentos horizontales y verticales, dos manos, incluso mano de imprimación y plastecido. |     |          |         |        |           | 91,50    | 5,69   | 520,64        |
|        | <b>TOTAL CAPÍTULO 5 PINTURA .....</b>                                                                                                                                                                                                                         |     |          |         |        |           |          |        | <b>520,64</b> |

## PRESUPUESTOS PARCIALES

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO                      | RESUMEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE         |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-----------------|
| <b>CAPÍTULO 6 ALICATADO</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |          |         |        |           |          |        |                 |
| 6.1                         | <b>m2 ALICATADO CON AZULEJO BLANCO LISO. 20x25 cm</b><br>Alicatado con azulejo blanco liso de 20x25 cm., (BIII s/n EN 159), recibido con mortero de cemento CEM III/A-P 32,5 R y arena de miga 1/6, i/p.p. de cortes, ingleses, piezas especiales, rejuntado con lechada de cemento blanco BL-V 22,5 y limpieza, s/NTE-RPA-3, medido deduciendo huecos superiores a 1 m2. |     |          |         |        |           |          |        |                 |
|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |          |         |        |           | 87,70    | 15,56  | 1.364,61        |
|                             | <b>TOTAL CAPÍTULO 6 ALICATADO.....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |          |         |        |           |          |        | <b>1.364,61</b> |

## PRESUPUESTOS PARCIALES

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO                                       | RESUMEN                                                                                                                   | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO     | IMPORTE    |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|------------|------------|
| <b>CAPÍTULO 7 MAQUINARIA E INSTALACIONES</b> |                                                                                                                           |     |          |         |        |           |          |            |            |
| 7.1                                          | <b>Ud TRITURADORA DE SERRÍN</b><br>Ud. de trituradora de serrín Linnerman 300 BM. incluida instalación y resto de costes. |     |          |         |        |           | 1,00     | 180.000,00 | 180.000,00 |
| 7.2                                          | <b>Ud MEZCLADOR</b><br>Ud. Mezcladora. Incluida instalación y resto de costes.                                            |     |          |         |        |           | 1,00     | 11.000,00  | 11.000,00  |
| 7.3                                          | <b>Ud TAMIZADORA</b><br>Ud. tamizadora. Incluida instalación y resto de costes.                                           |     |          |         |        |           | 2,00     | 4.000,00   | 8.000,00   |
| 7.4                                          | <b>Ud SECADERO</b><br>Ud. Secadero. Incluida instalación y resto de costes.                                               |     |          |         |        |           | 1,00     | 210.000,00 | 210.000,00 |
| 7.5                                          | <b>Ud COLECTOR DE POLVO</b><br>Ud. Colector de polvo. Incluida instalación y resto de costes.                             |     |          |         |        |           | 1,00     | 36.000,00  | 36.000,00  |
| 7.6                                          | <b>Ud CALDERA DE BIOMASA</b><br>Ud. Caldera de biomasa. Incluida instalación y resto de costes.                           |     |          |         |        |           | 1,00     | 95.000,00  | 95.000,00  |
| 7.7                                          | <b>Ud PELETIZADORA</b><br>Ud. Peletizadora. Incluida instalación y resto de costes.                                       |     |          |         |        |           | 1,00     | 105.000,00 | 105.000,00 |
| 7.8                                          | <b>Ud ENFRIADOR DE PELLETS</b><br>Ud. Enfriador de Pellets. Incluida instalación y resto de costes.                       |     |          |         |        |           | 1,00     | 24.000,00  | 24.000,00  |
| 7.9                                          | <b>Ud ENSACADORA/TERMOSELLADORA</b><br>Ud. Ensacadora-termoselladora. Incluida instalación y resto de costes.             |     |          |         |        |           | 1,00     | 9.000,00   | 9.000,00   |
| 7.10                                         | <b>Ud PALETIZADORA</b><br>Ud. Paletizadora. Incluida instalación y resto de costes.                                       |     |          |         |        |           | 1,00     | 18.000,00  | 18.000,00  |
| 7.11                                         | <b>m CINTA TRANSPORTADORA</b><br>m. Cinta transportadora. Incluida instalación y resto de costes.                         |     |          |         |        |           | 50,00    | 1.200,00   | 60.000,00  |
| 7.12                                         | <b>Ud DISTRIBUIDO DE MATERIAL</b><br>Ud. Distribuidor de material. Incluida instalación y resto de costes.                |     |          |         |        |           | 2,00     | 4.000,00   | 8.000,00   |

## PRESUPUESTOS PARCIALES

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO                                                  | RESUMEN                                                                                                                                                                                          | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO     | IMPORTE             |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|------------|---------------------|
| 7.13                                                    | <b>Ud ELEVADOR DE CANGILONES</b><br>Ud. Elevador de cangilones. Incluida instalación y resto de costes.                                                                                          |     |          |         |        |           | 1,00     | 9.000,00   | 9.000,00            |
| 7.14                                                    | <b>Ud SISTEMA INFORMATIZADO Y DE CONTROL DE LA PRODUCCIÓN</b><br>Ud.Sistema de control y manejo informatizado del sistema de la producción de la planta. Incluida instalación y resto de costes. |     |          |         |        |           | 1,00     | 185.000,00 | 185.000,00          |
| 7.15                                                    | <b>Ud PALA CARGADORA</b><br>Ud. Pala cargadora compacta, con pala y garras para madera. Incluida instalación y resto de costes                                                                   |     |          |         |        |           | 1,00     | 98.000,00  | 98.000,00           |
| 7.16                                                    | <b>Ud CARRETILLA ELEVADORA</b><br>Ud. Carretilla elevadora. Incluida instalación y resto de costes                                                                                               |     |          |         |        |           | 1,00     | 21.175,00  | 21.175,00           |
| 7.17                                                    | <b>Ud TOLVA 4,2x4,2x4</b><br>Ud. Tolva de tejido técnico de 4,2x4,2x4. Incluida instalación y resto de costes                                                                                    |     |          |         |        |           | 1,00     | 4.100,00   | 4.100,00            |
| 7.18                                                    | <b>Ud TOLVA 3,5x3,5x4</b><br>Ud. Tolva de tejido técnico de 3,5x3,5x4. Incluida instalación y resto de costes.                                                                                   |     |          |         |        |           | 1,00     | 3.600,00   | 3.600,00            |
| 7.19                                                    | <b>Ud SILO 60 m3</b><br>Ud. Silo de 60 m3 de acero ondulado galvanizado electrolítico. Incluida instalación y resto de costes.                                                                   |     |          |         |        |           | 1,00     | 4.250,00   | 4.250,00            |
| 7.20                                                    | <b>Ud SILO 46 m3</b><br>Ud. Silo de 46 m3 de acero ondulado galvanizado electrolítico. Incluida instalación y resto de costes                                                                    |     |          |         |        |           | 2,00     | 3.800,00   | 7.600,00            |
| <b>TOTAL CAPÍTULO 7 MAQUINARIA E INSTALACIONES.....</b> |                                                                                                                                                                                                  |     |          |         |        |           |          |            | <b>1.096.725,00</b> |

## PRESUPUESTOS PARCIALES

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO                                                | RESUMEN                                                                                                                                | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE         |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-----------------|
| <b>CAPÍTULO 8 PREVENCIÓN DE INCENDIOS</b>             |                                                                                                                                        |     |          |         |        |           |          |        |                 |
| 8.1                                                   | Ud EXTINTOR DE POLVO ABC/ EFICACIA 21A-113B<br>Ud. Extintor de polvo ABC de 12 kg con eficacia 21A-113B y manguera de 45 mm instalada. |     |          |         |        |           |          |        |                 |
|                                                       |                                                                                                                                        |     |          |         |        |           | 8,00     | 77,70  | 621,60          |
| 8.2                                                   | Ud BOCA DE INCENDIOS<br>Ud. Boca de incendios DN 45 con manguera de 45 mm instalada.                                                   |     |          |         |        |           |          |        |                 |
|                                                       |                                                                                                                                        |     |          |         |        |           | 3,00     | 214,32 | 642,96          |
| <b>TOTAL CAPÍTULO 8 PREVENCIÓN DE INCENDIOS .....</b> |                                                                                                                                        |     |          |         |        |           |          |        | <b>1.264,56</b> |

## PRESUPUESTOS PARCIALES

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO                                            | RESUMEN              | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO   | IMPORTE          |
|---------------------------------------------------|----------------------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|----------|------------------|
| <b>CAPÍTULO 9 ALQUILER DE LA NAVE</b>             |                      |     |          |         |        |           |          |          |                  |
| 9.1                                               | mes ALQUILER POR MES |     |          |         |        |           |          |          |                  |
|                                                   |                      |     |          |         |        |           | 12,00    | 2.000,00 | 24.000,00        |
| 9.2                                               | mes FIANZA           |     |          |         |        |           |          |          |                  |
|                                                   |                      |     |          |         |        |           | 1,00     | 6.000,00 | 6.000,00         |
| <b>TOTAL CAPÍTULO 9 ALQUILER DE LA NAVE .....</b> |                      |     |          |         |        |           |          |          | <b>30.000,00</b> |

## PRESUPUESTOS PARCIALES

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CÓDIGO | RESUMEN                                         | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO    | IMPORTE             |
|--------|-------------------------------------------------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|-----------|---------------------|
| 10.1   | <b>CAPÍTULO 10 SEGURIDAD Y SALUD</b>            |     |          |         |        |           |          |           |                     |
|        | Ud Materiales de Seguridad y Salud              |     |          |         |        |           | 1,00     | 23.027,70 | 23.027,70           |
|        | <b>TOTAL CAPÍTULO 10 SEGURIDAD Y SALUD.....</b> |     |          |         |        |           |          |           | <b>23.027,70</b>    |
|        | <b>TOTAL .....</b>                              |     |          |         |        |           |          |           | <b>1.205.565,75</b> |

## RESUMEN DE PRESUPUESTO: EJECUCIÓN MATERIAL

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CAPITULO                        | RESUMEN                                                   | EUROS               | %     |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------|-------|
| 1                               | MONTAJE DE OFICINA, LABORATORIO Y ALMACEN CON PLADUR..... | 12.113,18           | 1,00  |
| 2                               | CARPINTERIA Y CERRAJERIA.....                             | 776,07              | 0,06  |
| 3                               | FONTANERIA DEL LABORATORIO.....                           | 375,37              | 0,03  |
| 4                               | ELECTRICIDAD.....                                         | 39.398,62           | 3,27  |
| 5                               | PINTURA.....                                              | 520,64              | 0,04  |
| 6                               | ALICATADO.....                                            | 1.364,61            | 0,11  |
| 7                               | MAQUINARIA E INSTALACIONES.....                           | 1.096.725,00        | 90,97 |
| 8                               | PREVENCIÓN DE INCENDIOS.....                              | 1.264,56            | 0,10  |
| 9                               | ALQUILER DE LA NAVE.....                                  | 30.000,00           | 2,49  |
| 10                              | SEGURIDAD Y SALUD.....                                    | 23.027,70           | 1,91  |
| <b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b> |                                                           | <b>1.205.565,75</b> |       |

Asciende el presupuesto de ejecución material UN MILLÓN DOSCIENTOS CINCO MIL QUINIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS con SETENTA Y CINCO

ALCAÑIZ, a 15 de julio de 2015.

El promotor

La dirección facultativa

## RESUMEN DE PRESUPUESTO

### PLANTA PELETIZADORA CON CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

| CAPITULO                          | RESUMEN                                                   | EUROS               | %     |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------|-------|
| 1                                 | MONTAJE DE OFICINA, LABORATORIO Y ALMACEN CON PLADUR..... | 12.113,18           | 1,00  |
| 2                                 | CARPINTERIA Y CERRAJERIA.....                             | 776,07              | 0,06  |
| 3                                 | FONTANERIA DEL LABORATORIO.....                           | 375,37              | 0,03  |
| 4                                 | ELECTRICIDAD.....                                         | 39.398,62           | 3,27  |
| 5                                 | PINTURA.....                                              | 520,64              | 0,04  |
| 6                                 | ALICATADO.....                                            | 1.364,61            | 0,11  |
| 7                                 | MAQUINARIA E INSTALACIONES.....                           | 1.096.725,00        | 90,97 |
| 8                                 | PREVENCIÓN DE INCENDIOS.....                              | 1.264,56            | 0,10  |
| 9                                 | ALQUILER DE LA NAVE.....                                  | 30.000,00           | 2,49  |
| 10                                | SEGURIDAD Y SALUD.....                                    | 23.027,70           | 1,91  |
| <b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>   |                                                           | <b>1.205.565,75</b> |       |
|                                   | 16,00 % Gastos generales.....                             | 192.890,52          |       |
|                                   | 6,00 % Beneficio industrial.....                          | 72.333,95           |       |
| SUMA DE G.G. y B.I.               |                                                           | 265.224,47          |       |
|                                   | 21,00 % I.V.A. ....                                       | 308.865,95          |       |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b> |                                                           | <b>1.779.656,17</b> |       |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>  |                                                           | <b>1.779.656,17</b> |       |

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de UN MILLÓN SETECIENTOS SETENTA Y NUEVE MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y SEIS EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS

ALCAÑIZ, a 15 de julio de 2015.

El promotor

La dirección facultativa