



**Escola Superior de Tecnologia i Ciències**

**Experimentals**

**Grau en Enginyeria Química**

**Diseño de una planta para producir un  
polvo granulado a partir de residuos  
cerámicos**

**Autor**

**Cotanda Canelles, Jesús**

**Tutor**

**Mallol Gasch, Gustavo**

**Castellón, febrero de 2018**



## Resumen

El presente trabajo final de grado tiene como finalidad diseñar una planta para producir un polvo granulado utilizando residuos cerámicos provenientes de las diferentes etapas del proceso de fabricación de baldosas cerámicas y utilizarlo para la obtención de piezas de pavimento urbano. En la actualidad las empresas fabricantes de baldosas cerámicas reciclan una parte importante de los residuos que generan (tiesto crudo y lodos de esmalte) y gestionan adecuadamente otros (tiesto cocido), depositándolos en vertederos de residuos inertes. Sin embargo, las nuevas etapas que se están incorporando a los procesos de fabricación (corte, rectificado, pulido y decoración digital), generan nuevos residuos (lodos de rectificado y pulido de esmalte, residuos del rectificado en seco y tintas inkjet) cuyo reciclado no se está realizando en la actualidad. Con la ejecución de este proyecto se pretende reutilizar la mayoría de los residuos que se generan en el sector y conseguir reducir al máximo la cantidad de estos que se destinan a vertederos, favoreciendo así de una manera muy llamativa el efecto que tienen sobre el medio ambiente.

La planta diseñada es capaz de fabricar 100000 t/año de polvo granulado húmedo utilizando como materia prima tiesto crudo, tiesto cocido, lodos de esmalte, lodos de rectificado y pulido de esmalte, residuos de rectificado en seco y residuos de tintas inkjet procedentes de las empresas fabricantes de baldosas cerámicas. Los son almacenados y acondicionados en la planta de fabricación, en la que se desarrollan operaciones básicas de trituración, molienda y homogenización a tal efecto. Posteriormente las diferentes materias primas se dosifican de acuerdo a una composición preestablecida a un granulador en el que, junto con el porcentaje adecuado de agua (alrededor del 13%) se produce la granulación de la composición. Posteriormente se realiza un secado de los gránulos para adecuar su humedad a las condiciones finales de utilización (6.5%) y se almacenan.

La inversión necesaria para llevar a cabo el proyecto ha resultado ser de 6386173 que de acuerdo con las proyecciones de la cuenta de resultados realizadas se recupera en 5 años. Adicionalmente, para analizar la viabilidad económica del proyecto se han calculado el VAN y el TIR resultando ser de 3588424 € y 8.7% respectivamente, valores que avalan la viabilidad económica del proyecto.



# 1. Índice general



Los documentos básicos del proyecto “Diseño de una planta para producir un polvo granulado a partir de residuos cerámicos” son los siguientes:

1. Índice general
2. Memoria
3. Anexos
4. Planos
5. Pliego de condiciones









## 2. Memoria



## ÍNDICE DE LA MEMORIA

1. Objeto .....	2
2. Justificación .....	3
3. Alcance .....	4
4. Antecedentes.....	6
4.1. Proceso de producción de baldosas cerámicas .....	6
4.2. Situación económica del sector cerámico español.....	10
4.3. Estado de la generación de residuos .....	13
4.4. Incorporación de nuevas etapas en el proceso de fabricación de baldosas cerámicas .....	14
4.5. Composición final del polvo granulado obtenido.....	16
4.6. Descripción de los residuos .....	17
5. Definiciones y abreviaturas .....	21
6. Diseño de la planta .....	23
6.1. Requisitos de diseño .....	23
6.2. Diagrama de flujo .....	27
6.3. Diseño de las instalaciones .....	28
6.4. Diagrama de flujo dimensionado.....	58
6.5. Distribución de los elementos en planta y cálculo del área total.....	59
6.6. Ubicación de la planta.....	61
7. Modelo de negocio .....	63
7.1. Estudio de viabilidad económica .....	63
7.2. Inversiones .....	63
7.3. Gastos.....	65
7.4. Beneficio.....	72
7.6. Viabilidad económica .....	73
8. Disposiciones legales, normas y bibliografía .....	80
8.1. Disposiciones legales y normas aplicadas .....	80
8.2. Bibliografía .....	81
8.3. Programas empleados .....	82
8.4. Plan de gestión de la calidad.....	82
9. Orden de prioridad de los documentos básicos .....	83
10. Planificación .....	84





## **1. Objeto**

El propósito del presente proyecto es diseñar y analizar la viabilidad económica, de una instalación de producción de un polvo granulado compuesto únicamente por residuos procedentes de las empresas cerámicas que se utilice para la fabricación de un pavimento urbano.

Además, con esta iniciativa se pretende reducir la cantidad de residuos que se destinan a los vertederos por no tener la capacidad de poderse introducirlos en su totalidad en la composición inicial de la pasta cerámica en el propio proceso de fabricación.

Esta aplicación, proporciona al sector cerámico la oportunidad de introducirse en este nuevo mercado con una baldosa compuesta únicamente por residuos.



## **2. Justificación**

La elaboración del presente proyecto se enmarca dentro de la asignatura EQ 1044 “Trabajo Final de Grado”. La idea del proyecto se generó durante la estancia en prácticas realizada en el Instituto de Tecnología Cerámica (ITC), dentro de la asignatura EQ 1034 “Prácticas externas”, del cuarto curso del Grado en Ingeniería Química.

El Instituto de Tecnología Cerámica es un centro tecnológico situado en el Campus de la Univeritat Jaume I que se dedica principalmente a la realización de proyectos de I+D+i, actividades de asesoramiento tecnológico, formación y análisis y ensayos para las empresas fabricantes de baldosas, fritas, esmaltes y pigmentos, y maquinaria, fundamentalmente del sector cerámico.

Durante la estancia en prácticas se realizó una caracterización físico-química de diferentes residuos, se estudió el comportamiento cerámico de dichos residuos y se formularon composiciones incorporando los residuos objeto de este trabajo en una composición estándar.

### 3. Alcance

El alcance de este proyecto es:

- Diseñar y dimensionar los equipos más relevantes de la instalación.
- Estudiar la viabilidad económica de la instalación.
- Dimensionar la planta.

El desarrollo cada vez mayor de ciertas etapas de fabricación (decoración digital, corte, rectificado y pulido) hace que a los residuos tradicionales (lodos de esmalte, tiestos crudos y tiestos cocidos) se añadan nuevos residuos (lodos de corte, rectificado y pulido, polvo del rectificado en seco, tintas de inkjet, etc.). Esta nueva situación hace que sea interesante estudiar la posibilidad de reutilizar estos residuos en la generación de nuevos productos, lo que justifica la realización de este trabajo.

La instalación necesaria para llevar a cabo el objetivo del proyecto debe funcionar de la siguiente forma:

Los residuos provenientes de las etapas de fabricación de baldosas cerámicas llegan a la planta y se almacenan en graneros, o en balsas en función de sus características para asegurar un caudal de continuo y constante alimento a la instalación. De este almacenamiento se introducirán en la línea de producción de la planta, siendo procesado cada residuo en función de sus características para adecuarlo al cumplimiento de las necesidades del producto final. De este modo se establecerán varias líneas de tratamientos en función del tipo de residuo a tratar.

Los componentes que integran la planta a diseñar son los siguientes:

1. Graneros para almacenar la materia prima de la planta con humedad inferior al 2%, y una balsa para el caso de los lodos de esmalte.
2. Un secadero a la intemperie para los lodos de rectificado y pulido de esmalte, para conseguir una reducción de la humedad de un 25% a un 3% aproximadamente antes de introducirlos en la línea de producción.
3. Un desintegrador para reducir considerablemente el tamaño de los residuos a tratar, con el fin de mejorar las posteriores moliendas.
4. Dos molinos de martillos para la obtención de un tamaño de partícula u otro en función del tipo de residuo a molturar.
5. Una balsa agitada y un tamiz para homogenizar los lodos de esmalte y eliminar partículas de tamaños superiores a los deseados.

6. Separadores magnéticos para eliminar las partículas magnéticas que pueden contener los residuos y pueden producir defectos en las piezas finales.
7. Una cinta pesadora para dosificar las cantidades de material provenientes de los correspondientes silos en función de la fórmula previamente establecida.
8. Un granulador para producir la granulometría deseada del producto final (200-400  $\mu\text{m}$ ).
9. Un secadero para reducir el contenido en humedad desde el 13% hasta el 6.5% y asegurar la humedad final del producto.

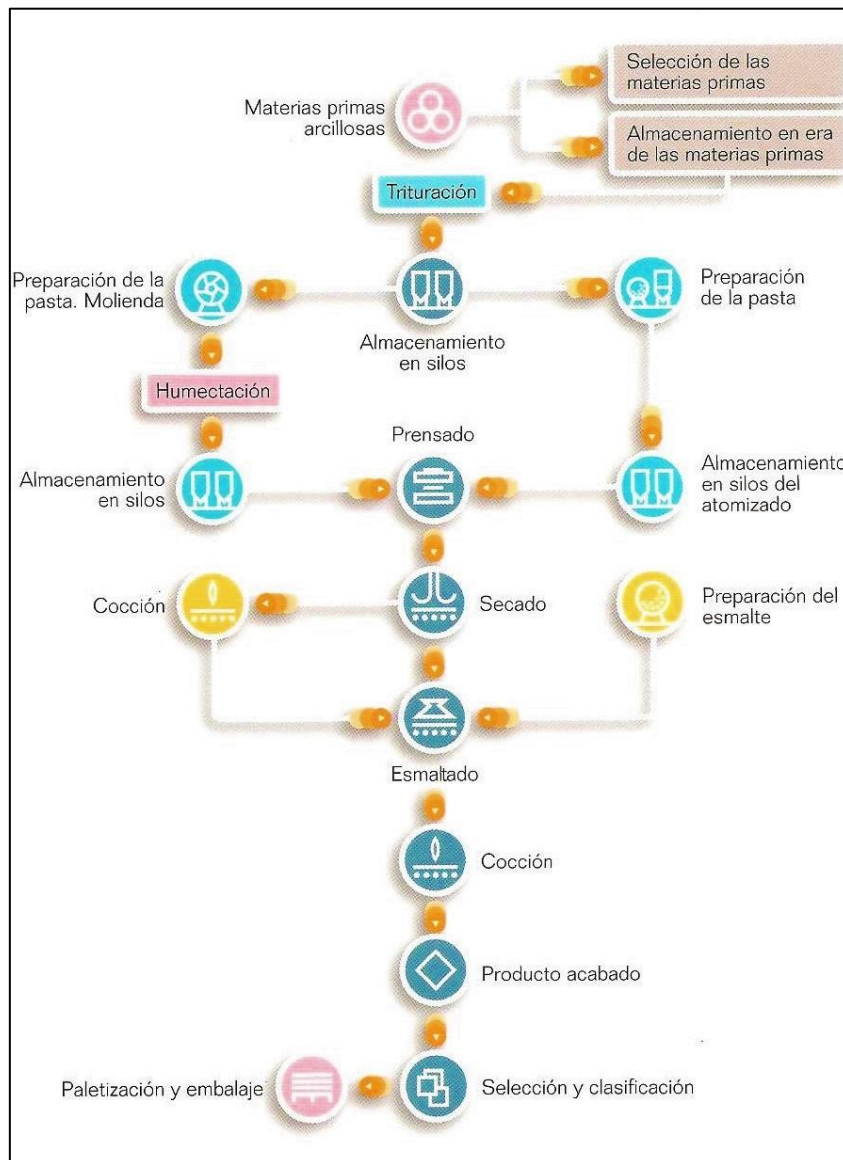
#### 4. Antecedentes

##### 4.1. Proceso de producción de baldosas cerámicas

Con el fin de facilitar la comprensión del proyecto, a continuación, se realiza una breve explicación sobre el proceso general de fabricación de baldosas cerámicas.

Se trata de un proceso secuencial en el que en cada etapa se va transformando progresivamente el producto de la etapa anterior obteniendo al final de la secuencia la baldosa cerámica: puede ser llevado a cabo por monococción o por bicocción y con preparación de pastas por vía seca o por vía húmeda como muestra la Figura M.1.

**Figura M.1. Esquema general de un proceso de fabricación de baldosas cerámicas. (FUENTE: Manual de prevención de impactos ambientales en la industria de baldosas cerámicas)**



En los siguientes subapartados se explican las diferentes etapas que aparecen en la figura anterior.

#### **4.1.1. Recepción y preparación de las materias primas**

Las materias primas más utilizadas son arcillas, caolines, feldespatos, cuarzo y carbonatos. En la industria cerámica, por lo general, se suelen utilizar las materias primas tal y como se extraen de la mina o cantera.

El transporte, desde los lugares de extracción o desde los muelles portuarios hasta las empresas se realiza en camiones.

El almacenamiento del material se realiza, en función del tipo de materias primas, en zonas al aire libre denominadas eras, o en zonas cubiertas denominadas graneros. La procedencia de las materias primas exige, en la mayoría de los casos. Una homogeneización que asegure la continuidad de sus características.

Una vez realizada la primera mezcla de los diferentes componentes de la pasta cerámica esta se somete a un proceso de molturación, que puede ser por vía seca o húmeda. La mayor parte del sector cerámico tiene implantados sistemas de vía húmeda.

Al realizar la molturación por vía húmeda se obtiene una suspensión (barbotina), a la que se le elimina una parte de agua hasta que se alcanza el grado de humedad necesario en cada proceso, el método de secado de esta suspensión se denomina método de secado por atomización.

La materia prima a obtener en el presente proyecto se va a producir mediante un proceso por vía seca, es decir, llevando a cabo una granulación de la pasta para conseguir trabajar con un menor grado de humedad y por tanto alcanzar un ahorro económico en lo referente a la energía necesaria para reducir la humedad final del polvo previamente a su distribución a las correspondientes empresas.

#### **4.1.2. Conformado y secado de piezas**

La producción mayoritaria de baldosas cerámicas en España se realiza por prensado unidireccional en semiseco, utilizando prensas hidráulicas. Para el conformado de baldosas cerámicas se utiliza también otro proceso, el extrusionado, empleado mayoritariamente en la fabricación de pavimento rústico.

Los productos resultantes tras el proceso de conformado se pueden dividir en los siguientes tipos:

**-Pavimento gresificado de baja porosidad, denominado “gres”:** Este producto presenta una elevada resistencia mecánica debido a su baja porosidad. Se fabrica exclusivamente por un proceso de monococción.

Debido a la creciente necesidad de obtener productos con mejores prestaciones técnicas (resistencia mecánica, a la abrasión, a la helada y baja porosidad), se ha desarrollado un nuevo tipo de producto denominado “gres porcelánico”, caracterizado por ser un producto de baja porosidad (Absorción de agua, A.A.<0.5%).

**-Revestimiento poroso, denominado comúnmente “azulejo”:** Este producto presenta menor resistencia mecánica que el pavimento (gres) y una elevada estabilidad dimensional. Al tener una porosidad elevada, favorece su adherencia a las superficies a revestir.

La pieza cerámica, una vez conformada, suele someterse a una etapa de secado, con el fin de eliminar el agua contenida a la máxima velocidad posible, procurando que no se produzcan defectos.

#### **4.1.3. Preparación y aplicación de esmaltes**

La siguiente etapa del proceso es el esmaltado, que conlleva como paso previo la preparación de esmaltes.

El esmaltado consiste en la aplicación, por distintos métodos, de una o varias capas de vidriado en la superficie de la pieza. El vidriado, al igual que las pastas cerámicas, está compuesto por una serie de materias primas inorgánicas, con sílice como componente fundamental (formador de vidrio), y otros elementos que actúan como fundentes (alcalinos, alcalinotérreos, zinc, plomo y boro), como opacificantes (zirconio, titanio, estaño), y como colorantes (hierro, cromo, cobalto, manganeso, etc.).

La preparación del esmalte consiste en someter a las diferentes materias primas y aditivos necesarios a una fase de molienda. A continuación, se ajustan las condiciones de la suspensión acuosa, cuyas características dependen del método de aplicación que se vaya a utilizar.

El esmaltado se realiza en continuo, los métodos más usuales de aplicación son la pulverización, cascada o cortina, en seco, decoraciones (serigrafías, calcomanías, huecograbado, etc.).

#### **4.1.4. Cocción y mecanizado**

A la etapa de esmaltado le sigue la cocción del esmalte en los procesos de bicocción, o la cocción conjunta del esmalte y del soporte en los procesos de monococción.

La cocción de los productos cerámicos es una de las etapas más importantes del proceso de fabricación, ya que de ella depende gran parte de las características finales de producto cerámico: resistencia mecánica, estabilidad dimensional, resistencia a los agentes químicos, facilidad de limpieza, resistencia al fuego, etc.

La cocción rápida de baldosas cerámicas se realiza en su gran mayoría en hornos monoestrato de rodillos.

Hay que destacar que en los últimos años existe una tendencia a realizar tratamientos mecánicos (pulido, biselado, rectificado, etc.) sobre las baldosas cerámicas. Estos tratamientos se introdujeron inicialmente para los productos de gres porcelánico no esmaltado, y se han ido extendiendo a una parte importante de los productos esmaltados.

#### **4.1.5. Clasificación y embalaje**

Una vez cocidas las piezas, se someten a una revisión visual y se clasifican, en función de los defectos detectados, en primera, segunda y saldo.

Tras la clasificación se procede al embalaje, que se realiza en cajas de cartón, cuyo tipo y forma depende exclusivamente del formato del producto. El número de piezas que contiene cada caja varía en función del formato. Las cajas se apilan en paletas de madera, que una vez completadas se recubren totalmente con plástico y, en algunos casos, se fijan con flejes, sometiéndolas posteriormente a un proceso de retractilado.

## 4.2. Situación económica del sector cerámico español

A pesar de las dificultades actuales, la industria española de fabricantes de baldosas cerámicas se caracteriza por tener unas bases sólidas y un futuro gracias a ser una de las más innovadoras y dinámicas, internacionalmente ocupa una posición de liderazgo tanto en desarrollo tecnológico como en diseño y calidad en materiales y servicios garantizando el crecimiento del consumo mundial de cerámica, lo cual hace que España sea el primer productor europeo y segundo exportador mundial en volumen.

En la Tabla M.1. se muestran las ventas en millones de euros dedicadas a las exportaciones y a las ventas nacionales para corroborar ese crecimiento que está teniendo el sector en los últimos años.

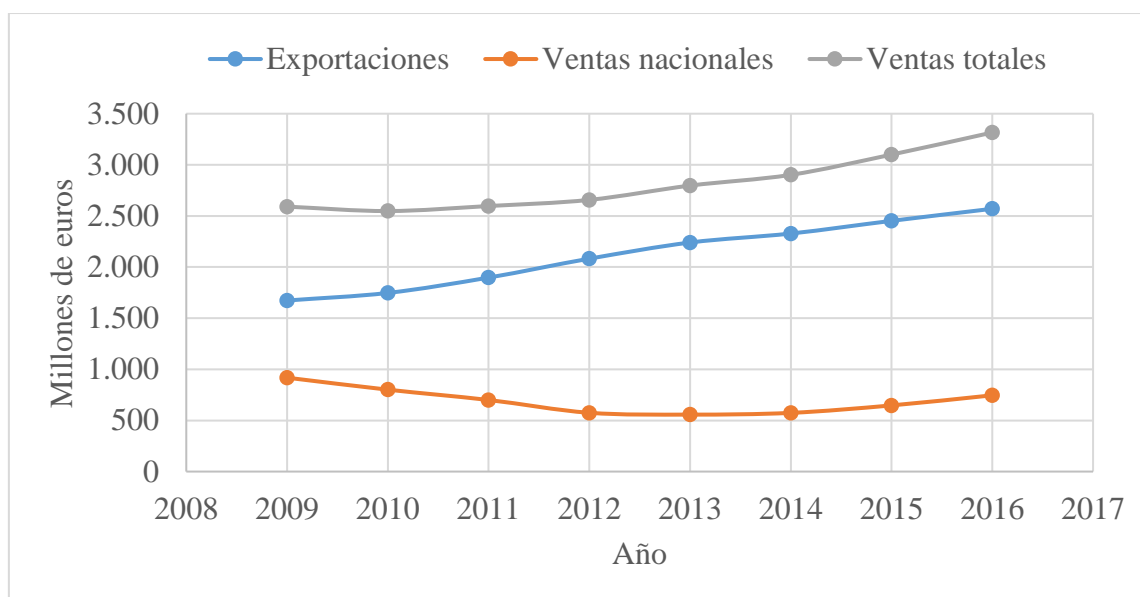
**Tabla M.1. Ventas nacionales y exportaciones del sector cerámico español. (FUENTE: ASCER)**

Año /millón €	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Exportaciones</b>	1673	1747	1897	2082	2240	2328	2452	<b>2570</b>
<b>Nacional</b>	918	801	700	575	557	574	647	<b>746</b>
<b>Ventas totales</b>	2591	2548	2597	2657	2797	2902	3100	<b>3316</b>

A continuación, aparecen en el Gráfico M.1. los datos de la Tabla M.1. para mejorar su visualización y comprobar como las ventas nacionales y las exportaciones del sector cerámico español y por tanto las ventas totales, están en una situación favorablemente creciente.



**Gráfico M.1. Ventas nacionales y exportaciones del sector cerámico español. (FUENTE: ASCER, elaboración propia).**



El cierre de resultados para 2016 es de un ligero crecimiento, tanto en las exportaciones como en las ventas en el mercado nacional. Las ventas totales crecen un 7 %, hasta alcanzar los 3.316 millones de euros.

Las ventas en el mercado nacional mantienen su recuperación y experimentan un avance en torno al 16%, hasta situarse sobre los 746 millones de euros. Los crecimientos son relativamente elevados porque se parte de niveles muy bajos. Este es el tercer sector industrial que más superávit comercial aporta a España.

Actualmente España es en volumen el primer exportador de cerámica de la UE, segundo exportador mundial y también el mayor productor europeo.

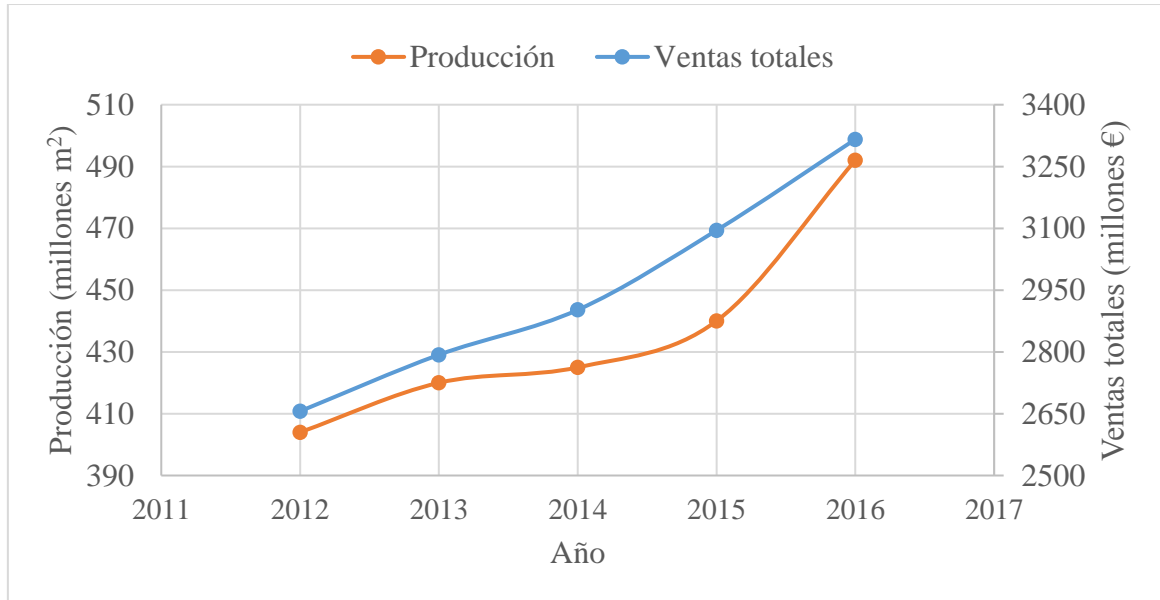
En 2016 la producción española de azulejos y pavimentos cerámicos crece en torno al 11,8% y el empleo sectorial ha aumentado en 2016 en más de 500 empleados directos. En la Tabla M.2., se muestran los datos de la evolución de los últimos años de la producción en millones de metros cuadrados producidos y las ventas totales del sector en millones de euros.

**Tabla M.2. Datos de la producción de baldosas cerámicas y las ventas totales producidas.**

	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Producción (millones m<sup>2</sup>)</b>	404	420	425	440	492
<b>Ventas totales (millones €)</b>	2656	2793	2902	3095	3316

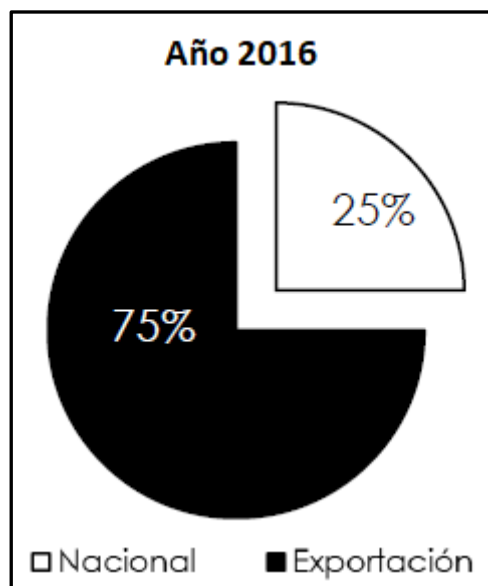
Seguidamente en el Gráfico M.2., aparece la evolución de los datos anuales anteriores para poder observar de una forma mucho más clara el importante crecimiento que ha tenido en los últimos años este sector.

**Gráfico M.2. Producción de baldosas cerámicas y ventas totales producidas del sector cerámico español. (FUENTE: ASCER, elaboración propia).**



Estos datos sitúan de nuevo a las exportaciones en máximos históricos, representando en 2016 un 75% de las ventas totales (en m<sup>2</sup>) y con un incremento de un 4.4% respecto al año anterior. En la Figura M.9. aparece el reparto de las ventas por mercados (nacional y exportación).

**Figura M.2. Reparto de las ventas por mercados en 2016.**



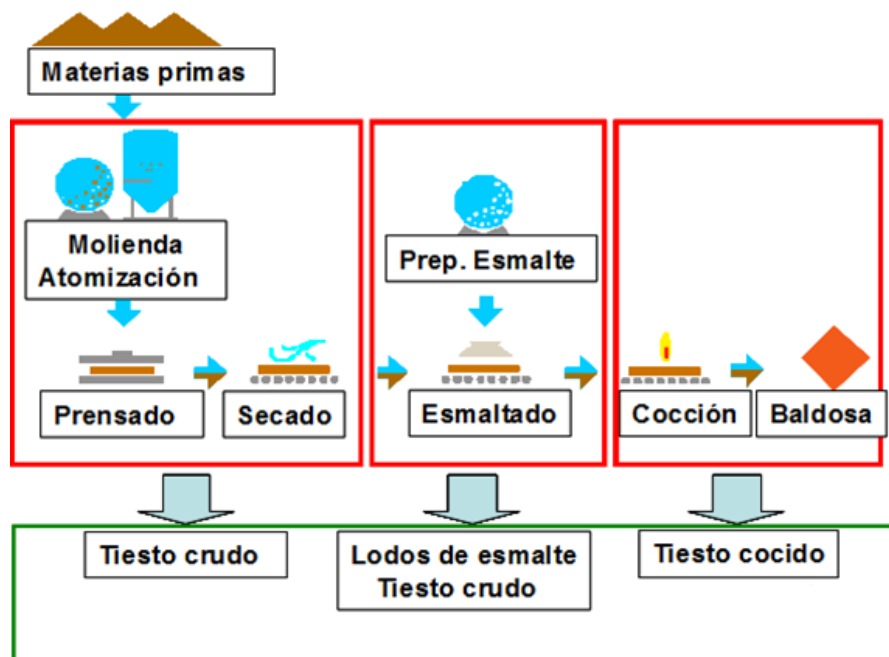
### 4.3. Estado de la generación de residuos

La industria española de azulejos y pavimentos cerámicos viene apostando por la aplicación en el proceso productivo de las mejores técnicas disponibles para optimizar, aún más, el proceso tradicional y hacerlo todavía más ecológico.

La fabricación de baldosas cerámicas genera residuos en diferentes etapas del proceso de producción. La cantidad total estimada de residuos es de casi 1,5 millones de toneladas al año y un porcentaje muy significativo de estos no puede ser reciclado en los procesos actuales debido al cambio en el comportamiento de las composiciones cerámicas durante el proceso de fabricación y a las propiedades finales de la baldosa.

En la Figura M.3. se muestra el proceso “clásico” de fabricación de baldosas cerámicas y los residuos generados en cada etapa del proceso.

Figura M.3. Esquema del proceso de fabricación de baldosas y puntos en los que se generan los residuos.



Por tanto, se puede afirmar que los residuos “clásicos” procedentes del proceso de fabricación de baldosas cerámicas son los tiestos crudos, los tiestos cocidos y los lodos de esmalte.

#### 4.4. Incorporación de nuevas etapas en el proceso de fabricación de baldosas cerámicas

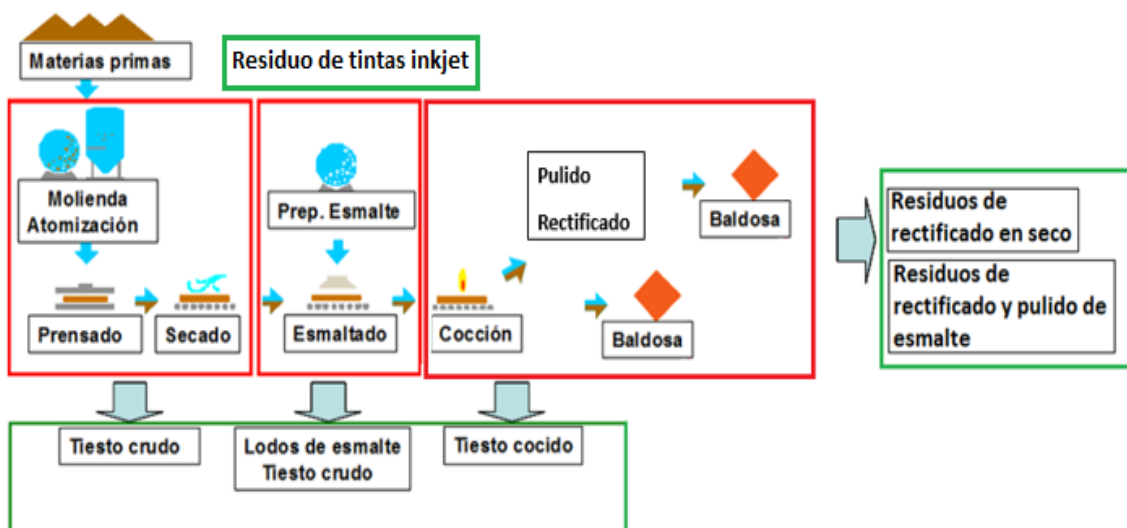
El proceso de fabricación de baldosas cerámicas está incorporando nuevas etapas sobre el proceso “clásico” como, el rectificado, el pulido y la decoración digital, las cuales también generan sus respectivos residuos cada vez en mayores cantidades. El proceso de rectificado se realiza normalmente en húmedo, utilizando agua para la correcta refrigeración de los discos de corte. Sin embargo, en la actualidad se han desarrollado sistemas de rectificado en seco, que emplean aire como elemento de refrigeración de los discos de corte.

Por tanto, del proceso de rectificado pueden obtenerse residuos secos, que se denominarán residuos de rectificado en seco, o lodos, que se denominarán lodos de rectificado. El pulido del esmalte se realiza en húmedo por lo que como residuo final se obtiene un lodo al que se le denominará lodo del pulido de esmalte.

Así pues, además de los residuos clásicos (lodos de esmalte, tiestos crudos y tiestos cocidos) aparecen cuatro nuevos residuos, tres de naturaleza más o menos pastosa (los lodos del pulido de esmalte, rectificado en húmedo y los residuos de tintas inkjet) y un residuo que se puede considerar seco (residuo de rectificado en seco).

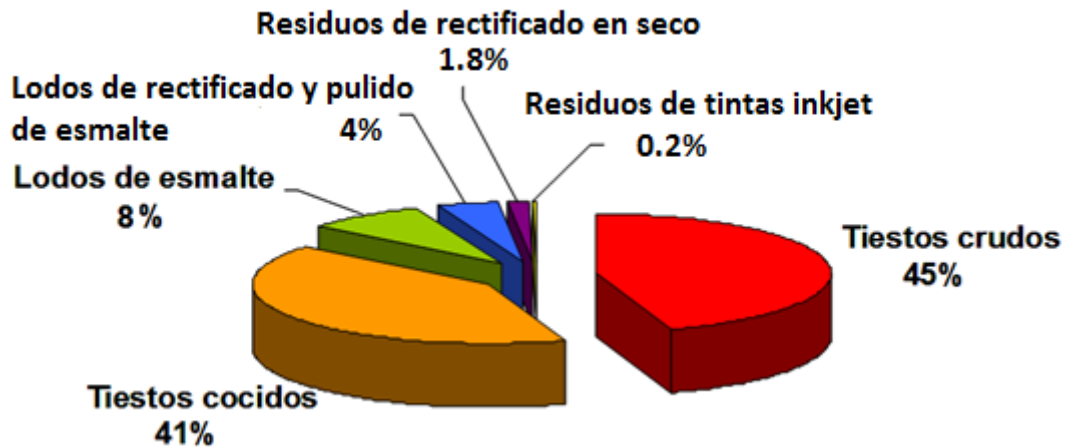
En la Figura M.4. aparece un esquema del proceso con la incorporación de estas etapas y los puntos en los que se generan los nuevos residuos.

Figura M.4. Nuevo esquema del proceso de fabricación de baldosas y puntos en los que se generan los nuevos residuos.



En el Gráfico M.3. se muestran los porcentajes que se generan de cada tipo de residuo.

**Gráfico M.3. Residuos generados en los procesos de fabricación de baldosas y esmaltes cerámicos.**  
(FUENTE: Proyecto Lifeceram, elaboración propia)



Aproximadamente un 65% de estos residuos se recicla en el propio proceso como materia prima, separando los residuos por tipología, homogeneizándolos e introduciéndolos en pequeños porcentajes (<5%) como materias primas en las composiciones del soporte, y el 35% restante se deposita en vertederos o se utiliza como relleno en productos de bajo valor añadido.

Esta gran cantidad de residuos cerámicos depositados en vertederos es el origen de este proyecto, en el cual se pretende conseguir la situación de residuo cero en el proceso de fabricación de baldosas cerámicas a través del desarrollo de una baldosa cerámica para uso en exteriores (pavimentación urbana) que esté compuesta únicamente por residuos. De esta idea surge el motivo que impulsa el diseño de esta planta de tratamiento de residuos cerámicos para obtener un polvo granulado que sirva para la fabricación del soporte de baldosas cerámicas a partir de los residuos clásicos y los residuos de las nuevas etapas que está incorporando el proceso.

#### 4.5. Composición final del polvo granulado obtenido

Teniendo en cuenta las cantidades en las que se produce cada residuo en el proceso de fabricación de baldosas cerámicas, según la bibliografía consultada, los porcentajes en los que estará basado el polvo granulado obtenido en la planta para fabricar la nueva baldosa para pavimentación urbana serán de un 45% de tiestos cocidos, un 45% de tiestos crudos, un 7,5% de lodos de esmalte, un 2% en lodos de rectificado y pulido de esmalte, un 0,4% de residuo de rectificado en seco y un 0.1% de residuos de tintas inkjet.

En la estancia en prácticas en ITC, se experimentó con varias composiciones para observar su comportamiento cerámico, y los ensayos realizados con esta composición final obtuvieron resultados adecuados para la utilidad final de la baldosa, validando así esta opción.

En la Tabla M.3. aparece de forma más explícita la composición final del polvo granulado que se va a obtener en la planta.

**Tabla M.3. Composición final del polvo granulado.**

Residuo	Composición (%)
<b>Tiestos cocidos</b>	45.0
<b>Tiestos crudos</b>	45.0
<b>Lodos de esmalte</b>	7.5
<b>Lodos de rectificado y pulido de esmalte</b>	2.0
<b>Rectificado en seco</b>	0.4
<b>Tintas inkjet</b>	0.1

#### 4.6. Descripción de los residuos

En este apartado se realiza una breve descripción de la naturaleza de los residuos a tratar en la planta, así como de su procedencia.

**-Tiestos crudos:** Los tiestos crudos son los residuos que se originan en las etapas previas a la cocción, es decir, materias primas sin procesar o piezas crudas que durante o después de su conformación se han roto o son defectuosas. Estos materiales presentan la misma composición que el soporte con cantidades variables de esmalte. Generalmente se reciclan con facilidad en el propio proceso productivo incorporándolos en la composición del soporte y por tanto no plantean problemas de eliminación final.

En la planta a diseñar en el presente proyecto, estos residuos se van a someter a una molienda hasta alcanzar un tamaño inferior a 500  $\mu\text{m}$  ya que, al no ser un material excesivamente duro, se podrá conseguir con un consumo de energía moderado.

**-Tiestos cocidos:** En los procesos de fabricación de baldosas cerámicas se generan diferentes residuos, una parte importante de estos son piezas que se han sometido a cocción y debido a una deficiente fabricación presentan defectos dimensionales o estéticos de tal magnitud que no cumplen las especificaciones requeridas y por tanto no permiten su comercialización ni incluso como productos de baja calidad.

Estos residuos, que por su naturaleza son inertes, se conocen industrialmente como tiestos cocidos y al estar sometidos a un ciclo de cocción poseen como principal característica su dureza. En el presente proyecto se van a someter a un proceso de molienda hasta que el tamaño de las partículas obtenidas sea inferior a 1 mm. De este modo el consumo de energía en esta etapa no será muy elevado y no se espera que este tamaño afecte a las características del producto final (pavimento urbano).

En la planta a diseñar en el presente proyecto se van a tratar tiestos crudos y cocidos, procedentes de la fabricación de azulejo, gres y gres porcelánico indistintamente.

**-Lodos de esmalte:** Los fangos procedentes de la depuración de aguas constituyen habitualmente los residuos más importantes de este tipo de industria, estos fangos proceden de las aguas de lavado de las esmaltadoras y de lavado de los molinos en los que se obtiene el esmalte.

Son susceptibles de ser recuperados de diversas formas y su naturaleza y cantidad varía considerablemente ya que, además de que pueden ser originados en diferentes etapas del

proceso productivo, incluso dentro de una misma planta se pueden utilizar gran variedad de materias primas que dan lugar a fluctuaciones importantes en las características de los fangos. Por ello, no es posible definir unas características concretas de los mismos, aunque se pueden establecer intervalos de variación. La composición química es bastante similar a la de las materias primas utilizadas en el proceso, son materiales de base silico-aluminosa que contienen cantidades muy variables de metales pesados (alcalinos y alcalinotérreos) según el origen de los residuos.

El campo de variación de la composición de los fangos es muy amplio, en la Tabla M.4. se detallan los intervalos de variación de su composición (en % de óxido del elemento correspondiente).

**Tabla M.4. Intervalos de variación de la composición de los fangos. (FUENTE: Reciclado de aguas residuales en la fabricación de baldosas cerámicas)**

Elemento	Intervalo de variación (%)
<b>SiO<sub>2</sub></b>	40 - 60
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	5 - 15
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0.1 - 5
<b>B<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0 - 10
<b>CaO</b>	5 - 15
<b>MgO</b>	0.5 - 3
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	0.5 - 3
<b>K<sub>2</sub>O</b>	0.5 - 3
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0 - 7
<b>ZrO<sub>2</sub></b>	1 - 15
<b>PbO</b>	0.1 - 15
<b>BaO</b>	0.1 - 3
<b>ZnO</b>	1 - 8

En principio la reutilización de fangos como materia prima constituyente del soporte en la fabricación de pavimentos y azulejos cerámicos es muy adecuada para la eliminación de estos residuos en el propio proceso productivo, siendo imprescindible una homogeneización previa del fango para evitar heterogeneidades que pueden repercutir negativamente en la calidad del producto acabado. En el presente proyecto se va a utilizar



el agua de los fangos como agua de granulación de la composición final con el fin de minimizar la corriente de agua limpia a utilizar.

**-Residuo de rectificado en seco:** El rectificado consiste en la eliminación de una pequeña parte (décimas de milímetro) de los lados de la baldosa para mejorar su estética una vez colocada, al reducir la distancia entre ellas (junta).

Si no se rectifica, el espaciado y la falta perpendicularidad de los bordes de las baldosas para facilitar su correcta extracción del molde de la prensa, hacen que una vez colocadas exista una pequeña distancia entre ellas (junta). Lógicamente el rectificado de las baldosas mejora el resultado estético final, pero incrementa el coste de fabricación.

El rectificado se realiza utilizando unos discos abrasivos que consiguen eliminar parte del material de los bordes de la baldosa, en el caso de rectificado en seco, la refrigeración de estos discos se lleva a cabo utilizando aire.

El residuo obtenido es un polvo que se va a someter a una trituración y a una posterior molienda para asegurar la distribución de tamaño de las partículas que van a procesarse.

Normalmente este residuo puede contener partículas imantables procedentes de los rodillos de rectificado como por ejemplo el hierro, que puede generar defectos en la superficie final de la pieza, para evitar ese efecto en la planta se dispone de una separación magnética.

**-Lodos de rectificado y pulido de esmalte:** El proceso de pulido de baldosas cerámicas consiste en la disminución de la rugosidad superficial y el consiguiente aumento del brillo de la baldosa mediante unos cabezales de materiales abrasivos con tamaños de partículas pequeños para cumplir con las especificaciones comerciales. En general estos cabezales se refrigeran con agua y se obtiene un residuo, que una vez decantado, es el lodo de pulido de esmalte. La aplicación de este proceso a la baldosa conlleva una mejora estética y un aumento en el valor añadido del producto final.

La operación de rectificado comentada anteriormente puede desarrollarse vía húmeda y, en este caso los discos son refrigerados con agua en lugar de aire. En este caso se obtiene como residuo los lodos de rectificado, de tipología muy parecida los lodos de pulido.

En general son materiales con un elevado porcentaje de humedad (<25%) como resultado de realizar el tratamiento por vía húmeda. Esto conlleva a que este residuo debe de secarse

a la intemperie para reducir su contenido en humedad (~3%) antes de introducirlo en la línea de producción.

**-Residuos de tintas inkjet:** Los procesos de fabricación de baldosas cerámicas están incorporando etapas de decoración digital con tintas inkjet, ya que la difusión rápida y amplia de las impresoras digitales está convirtiendo a la impresión por chorro de tinta en la tecnología puntera en la decoración cerámica. Estas tintas están formadas por elementos inorgánicos que aportan la coloración a la pieza y elementos orgánicos para mantener los anteriores en suspensión, estos elementos inorgánicos son, en su gran mayoría, imantables y por tanto también se someten a un proceso de separación magnética en la planta de este proyecto, evitando así la posible generación de defectos en las piezas finales.

## 5. Definiciones y abreviaturas

Con el fin de facilitar la lectura de esta memoria, se procede a detallar las abreviaturas que se han empleado, así como las unidades empleadas en cada magnitud. Asimismo, se incluyen anotaciones aclaratorias de algunos términos utilizados de forma indistinta a lo largo de todo el proyecto.

### Nomenclatura

<b>m</b>	Caudal másico (kg/h)
<b>m<sub>h</sub></b>	Caudal másico húmedo ((kg sólido seco + kg agua)/h)
<b>m<sub>s</sub></b>	Caudal másico seco (kg sólido seco/h)
<b>m<sub>a</sub></b>	Caudal másico de agua (kg agua/h)
<b>Q<sub>v</sub></b>	Caudal volumétrico (m <sup>3</sup> /h)
<b>X</b>	Humedad (%)
<b>ρ</b>	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )
<b>CS</b>	Contenido en sólidos (%)
<b>V</b>	Volumen (m <sup>3</sup> )
<b>t</b>	Tonelada
<b>h</b>	Tiempo (horas)
<b>μ</b>	Micras
<b>ITC</b>	Instituto de Tecnología Cerámica
<b>ASCER</b>	Asociación Española de Fabricantes de Azulejos y Pavimentos Cerámicos
<b>IPC</b>	Índice de Precios al Consumo
<b>VAN</b>	Valor Actual Neto
<b>PEM</b>	Presupuesto de Ejecución de Material
<b>PEC</b>	Presupuesto de Ejecución por Contrata
<b>GG</b>	Gastos Generales

**BI** Beneficio Industrial

**FC** Flujo de Caja

**TIR** Tasa Interna de Rentabilidad

**EBITDA** Utilidad Antes de Intereses, Impuestos, Depreciaciones y Amortizaciones

**BAI** Beneficio Antes de Impuestos

**BDI** Beneficio Después de Impuestos

### **Anotaciones**

Cabe destacar que durante la redacción del presente proyecto se han utilizado las palabras fangos y lodos de forma indistinta ya que poseen el mismo significado.

También el uso de materia prima y residuo, de forma indistinta debido a que las materias primas de la planta a diseñar en el presente proyecto son residuos de etapas anteriores producidas en otras empresas.

## 6. Diseño de la planta

### 6.1. Requisitos de diseño

Una vez establecidas las materias primas disponibles (residuos), los requisitos de diseño van a permitir dimensionar adecuadamente los equipos y las instalaciones de la planta a construir y son fundamentalmente:

- Producción de polvo granulado y stock considerado
- Ritmo productivo
- Composición del polvo granulado
- Humedad de los residuos

Para establecer la producción de la planta es necesario conocer el mercado potencial del producto final, es decir, la producción actual en España de baldosas dedicadas a la pavimentación urbana.

De acuerdo con los datos de ASCER, en 2016 se vendieron un total de 492 millones de metros cuadrados de los cuales un 25% se destinó al mercado nacional y un 75% a exportación. De las ventas nacionales se destinaron a pavimentación urbana un 2.5% y de las exportaciones solamente un 1% (Tabla M.5., Figura M.5. y Figura M.6.).

**Tabla M.5. Ventas dedicadas a pavimentación urbana respecto a las ventas totales. (FUENTE: Observatorio de mercado ITC)**

m <sup>2</sup> vendidos	Nacional				Exportaciones			
	%	m <sup>2</sup>	% P.U.	m <sup>2</sup> P.U.	%	m <sup>2</sup>	% P.U.	m <sup>2</sup> P.U.
492	25	123	2.5	3.1	75	369	1	3.7

**Figura M.5. Ventas nacionales por uso de producto. (FUENTE: Observatorio de mercado ITC)**

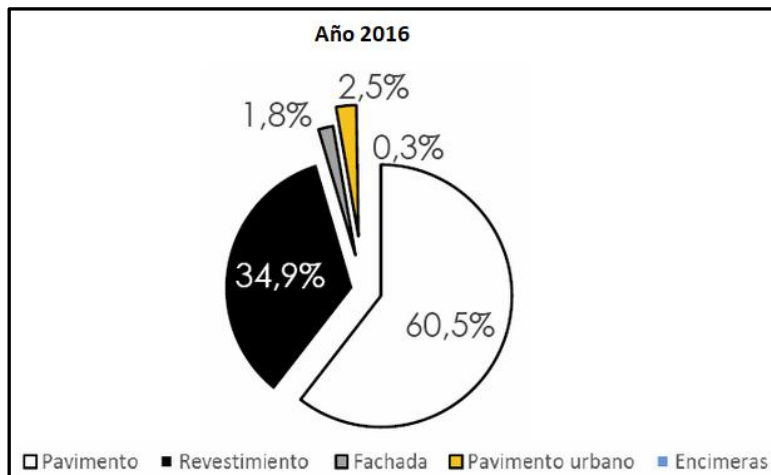
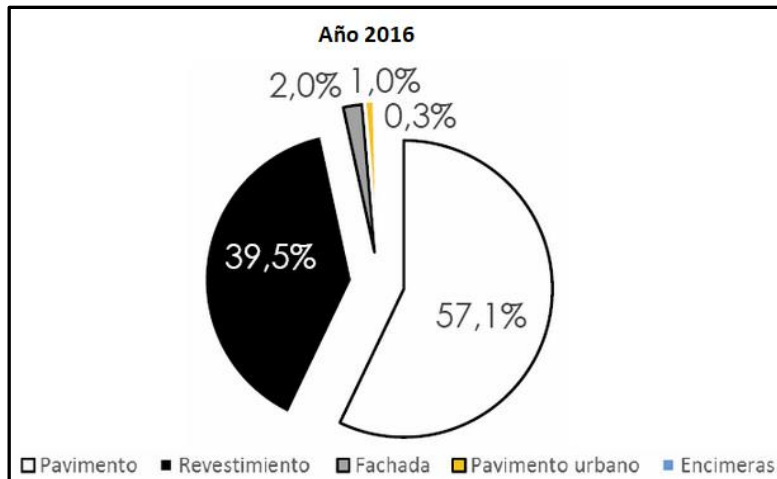


Figura M.6. Ventas internacionales por uso de producto. (FUENTE: Observatorio de mercado ITC)



De la Tabla M.5. puede concluirse que la cantidad de metros totales destinados a pavimentación urbana (suma de las nacionales y las internacionales) sería de 6.8 millones de metros cuadrados.

Para poder dimensionar la planta es necesario conocer la cantidad de polvo que se utiliza por cada metro cuadrado fabricado. Los trabajos realizados durante la estancia en prácticas en el ITC permitieron establecer que la densidad aparente en seco del producto crudo de  $2000 \text{ kg/m}^3$  y que la contracción lineal de cocción para alcanzar las características técnicas deseadas del 7%. El producto final tiene unas dimensiones de  $10 \times 10 \text{ cm}$  y un espesor de  $15 \text{ mm}$ . Teniendo en cuenta el tamaño final y la contracción lineal, las dimensiones del producto crudo y seco serán de  $10.7 \times 10.7 \times 1.605 \text{ cm}$  y por tanto su volumen será de  $1.84 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ . De esta manera resulta sencillo calcular la masa seca de cada pieza.

$$D_{ap} = 2000 \text{ kg/m}^3$$

$$m = D_{ap} \cdot V = 2000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0.000184 \text{ m}^3 = 0.368 \text{ kg de polvo seco /pieza}$$

Como en realidad el polvo que se emplea y que se va a producir en la planta de fabricación es un polvo húmedo (6.5%), la cantidad de polvo necesaria para fabricar una pieza será

$$\text{Cantidad real de polvo} = 0.368 \text{ kg} \times 1.065 = 0.3919 \text{ kg de polvo húmedo/m}^2$$

Si consideramos que la superficie final de cada pieza es de  $0.01 \text{ m}^2$ , para fabricar un metro cuadrado de producto final se requieren  $39.19 \text{ kg}$  de polvo húmedo.

La planta se diseña para fabricar 100000 t/año de polvo húmedo por lo que será capaz de fabricar polvo para producir entre el 35 y el 40% de la producción actual de pavimento urbano.

$$m^2 \text{ totales} = 100000000 \frac{kg}{año} \times \frac{1}{39.19} \frac{m^2}{kg} = 2551671 \frac{m^2}{año}$$

A pesar de que la llegada de materias primas se va a considerar constante, se dispondrá de un stock de seguridad de 10 días de cada una de ellas, así se asegura una producción constante frente a las posibles perturbaciones externas que pueda sufrir el proceso.

El ritmo productivo será de 16 h/día (dos turnos), de lunes a viernes, con 30 días de vacaciones al año (230 días efectivos de trabajo). A partir de estos valores se estima una producción de 27 t/h de polvo granulado.

La composición del polvo granulado a fabricar se anota en la Tabla M.6.

**Tabla M.6. Composición del polvo granulado a fabricar.**

Residuo	Composición (%)
<b>Tiestos crudos</b>	45.0
<b>Tiestos cocidos</b>	45.0
<b>Lodos de esmalte</b>	7.5
<b>Lodos de rectificado y pulido de esmalte</b>	2.0
<b>Rectificado en seco</b>	0.4
<b>Tintas inkjet</b>	0.1

La humedad con la que se considera que llega cada residuo a la planta aparece en la Tabla M.7.

**Tabla M.7. Humedad inicial de cada residuo.**

Residuo	Humedad (%)
<b>Tiestos cocidos</b>	0.5
<b>Tiestos crudos</b>	2.0
<b>Lodos de esmalte</b>	60.0
<b>Rectificado en seco</b>	0.5
<b>Lodos de rectificado y pulido de esmalte</b>	25.0

Teniendo en cuenta los porcentajes de cada residuo en la composición del producto acabado, y la humedad de cada residuo (Tabla M.7.), en la Tabla M.8. se anotan los caudales de cada residuo en las condiciones de humedad que llegan a la planta.

**Tabla M.8. Caudales de las materias primas.**

Residuo	Caudal másico (kg/h)	Caudal volumétrico (m <sup>3</sup> /h)
<b>Tiestos cocidos</b>	12210	-
<b>Tiestos crudos</b>	12400	-
<b>Lodos de esmalte</b>	-	5063
<b>Rectificado en seco</b>	109	-
<b>Lodos de rectificado y pulido de esmalte</b>	560	-

Hay que tener en cuenta que los lodos de esmalte llegan a la planta en cubas ya que son suspensiones acuosas, y que los lodos de rectificado y pulido de esmalte llegan con una humedad del 25% pero hasta que no se reduce hasta valores cercanos al 3% no se introduce en la línea de producción.

Por tanto, teniendo en cuenta los valores de las tablas anteriores, los caudales de residuos secos que circularán por la planta son los que aparecen seguidamente en la Tabla M.9.

**Tabla M.9. Caudales de sólido seco de cada residuo.**

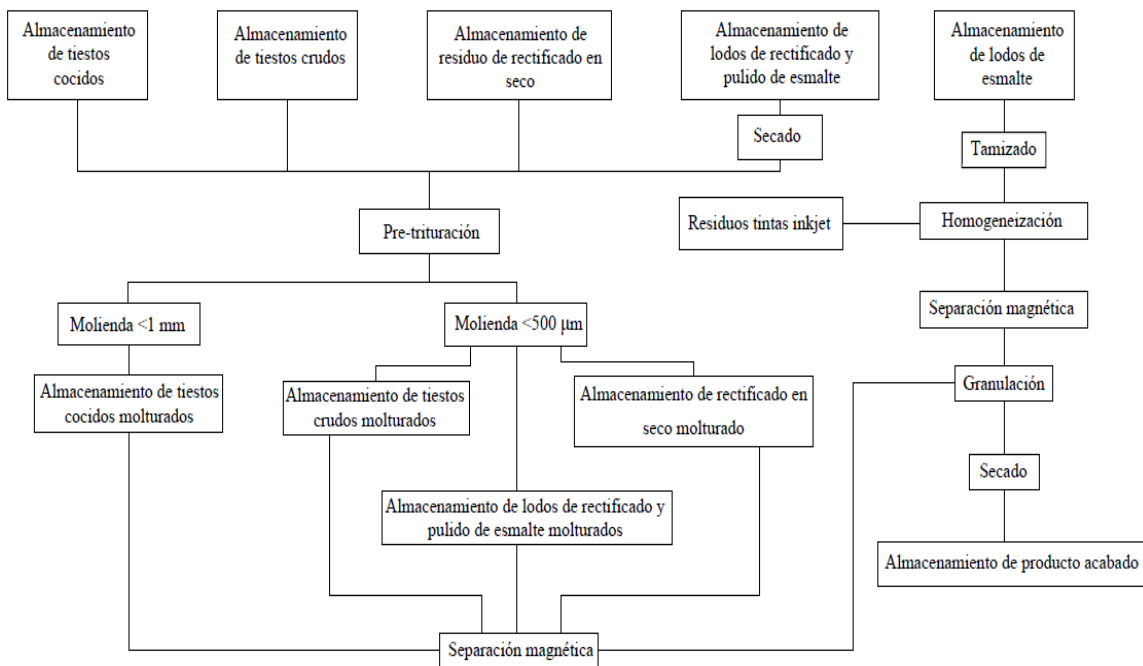
Residuo	Caudal másico (kg/h)
<b>Tiestos cocidos</b>	12150
<b>Tiestos crudos</b>	12150
<b>Lodos de esmalte</b>	2025
<b>Rectificado en seco</b>	108
<b>Lodos de rectificado y pulido de esmalte</b>	540



## 6.2. Diagrama de flujo

De acuerdo con los requisitos de diseño (apartado 6.1.) y teniendo en cuenta las características de las materias primas (residuos) (apartado 4.6), en la Figura M.7. se muestra un diagrama de flujo representativo de la instalación donde aparecen las operaciones más importantes de la instalación: trituración, molienda, separación magnética, granulación, y secado y las conexiones entre los distintos elementos de la instalación.

**Figura M.7. Diagrama de flujo de la instalación.**



La planta se divide en dos partes claramente diferenciadas, aquellas en la que se procesan los tiestos y los residuos del rectificado y pulido y aquella en la que se procesan los lodos de esmalte. Ambas partes convergerán finalmente en la granuladora.

El proceso se inicia con la recepción y el almacenamiento de las materias primas. Los tiestos y los residuos del rectificado en seco, se almacenarán en celdas; los residuos del rectificado y pulido del esmalte en húmedo se almacenarán en una superficie exterior a la planta para favorecer su secado a la intemperie; los lodos de esmalte se almacenarán en una balsa.

Tanto los tiestos como los residuos del rectificado y pulido se pasarán por un desintegrador antes de someterlos a una operación de molienda. Los lodos procedentes del rectificado y pulido del esmalte, se someterán a una operación de secado a la intemperie, antes de ser pasados por el desintegrador para asegurar que su humedad se

sitúa por debajo del 3%. En la planta se instalarán dos molinos de martillos, uno por el que se realizará la molienda del tiesto cocido, hasta asegurar que el tamaño de las partículas está por debajo de 1 mm, y otro por el que se realizará la molienda del resto de los residuos “secos”, hasta asegurar un tamaño de partícula inferior a 500  $\mu\text{m}$ .

Los lodos de esmalte, tras ser tamizados, se alimentarán a una nueva balsa de homogenización, provista de agitadores, en donde se añadirán las tintas.

Tanto el residuo “seco” molturado como los lodos de esmalte, se pasarán por un separador magnético y se dosificarán para su alimentación al granulador. En caso necesario se adicionará agua limpia para cumplir con las especificaciones de humedad del granulador. Posteriormente el polvo granulado se alimentará a un secadero para acondicionar la humedad para su uso industrial.

### **6.3. Diseño de las instalaciones**

En este apartado se dimensionarán las instalaciones teniendo en cuenta la información descrita en los apartados anteriores y el diagrama de flujo del proceso de fabricación.

#### **6.3.1. Almacenamiento de residuos secos**

En la instalación que se está diseñando en el presente proyecto se dispondrá de tres graneros de almacenamiento, uno para tiestos cocidos, uno para tiestos crudos, y uno para residuo de rectificado en seco. Las cantidades de material que se deben de almacenar en cada granero se han calculado para poder satisfacer la producción de la planta durante diez días teniendo en cuenta la cantidad de material pérdida en el proceso (1%).

La llegada de la materia prima a la planta se realiza en camiones que proceden de las empresas proveedoras de los residuos a tratar en la instalación. Estos camiones descargan el material que transportan en unas zonas situadas en la parte interior de la planta adecuadas a propósito para estas materias primas con el fin de protegerlas, estas instalaciones son llamadas graneros. En este proyecto se van a diseñar las celdas de estos graneros para el almacenamiento de los tiestos cocidos, los tiestos crudos y los residuos de rectificado en seco.

Para calcular la cantidad de material de cada residuo para almacenar en los correspondientes graneros se ha tenido en cuenta el contenido en humedad con el que llegan a la instalación y se considera que la cantidad de producto acabado que se debe obtener es 27 t/h para la realización de los cálculos.

### Granero de tiestos cocidos

Para el cálculo de la cantidad de tiestos cocidos a almacenar se tiene en cuenta que deben suponer un 45% de la composición final, por tanto, la cantidad de tiesto cocido en base seca a introducir en la corriente de entrada de este material es la siguiente:

$$m_s = 27 \text{ t/h} \cdot \frac{45}{100} = 12.15 \text{ t/h}$$

La humedad con la que llega este material a la planta es de un 0.5%, por tanto, para obtener la cantidad total de material de la corriente de tiestos cocidos que se introduce en el proceso se debe tener en cuenta esta cantidad de agua:

$$m_h = 12.15 \text{ t/h} \cdot \left(1 + \frac{0.5}{100}\right) = 12.21 \text{ t/h}$$

Así pues, teniendo en cuenta que la planta trabaja a dos turnos al día de 8 horas cada uno, la cantidad total de material a almacenar para poder abastecer a la instalación de forma independiente durante diez días en caso de que el proceso sufriera algún tipo de perturbación es la siguiente:

$$m = 12.21 \frac{\text{t}}{\text{h}} \cdot 16 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \cdot 10 \text{ días} \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{1\text{t}} = 1953600 \text{ kg}$$

Por tanto, la cantidad de material a almacenar en el granero destinado a los tiestos cocidos es de 1953600 kg, 1954 toneladas aproximadamente.

Como la densidad de estos residuos se estima en 1000 kg/m<sup>3</sup>, el volumen de material a almacenar y de granero necesario es de 1954 m<sup>3</sup>.

$$V = 1953600 \text{ kg} \cdot \frac{1}{1000} \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} = 1954 \text{ m}^3$$

### Granero de tiestos crudos

Para el caso de los tiestos crudos, como la cantidad de estos en la composición final es idéntica a la de los tiestos cocidos, y solo sufre un cambio en la humedad del material ya que en este caso los tiestos crudos llegan con una humedad de un 2%, los cálculos son los siguientes:

Cantidad total de tiesto crudo en base seca:

$$m_s = 27 \text{ t/h} \cdot \frac{45}{100} = 12.15 \text{ t/h}$$

Cantidad total de tiesto crudo en base húmeda:

$$m_h = 12.15 \text{ t/h} \cdot \left(1 + \frac{2}{100}\right) = 12.4 \text{ t/h}$$

Cantidad total a almacenar en el granero de tiestos crudos:

$$m = 12.4 \frac{t}{h} 16 \frac{\text{horas}}{\text{día}} 10 \text{ días} \cdot 1000 \frac{kg}{1t} = 1984000 \text{ kg}$$

Por tanto, la cantidad total de material a almacenar en el granero de tiesto crudo es de 1984000 kg, 1984 t aproximadamente.

La densidad de este residuo también se estima en 1000 kg/m<sup>3</sup> aproximadamente, por tanto, el volumen de material total a almacenar y de granero necesario es de 1984 m<sup>3</sup>.

$$V = 1984000 \text{ kg} \cdot \frac{1}{1000} \left( \frac{m^3}{kg} \right) = 1984 \text{ m}^3$$

#### Granero de residuo de rectificado en seco

Para el caso de los residuos de rectificado en seco, la cantidad a introducir en la composición final y la humedad con la que llegan los residuos a la instalación son diferentes a los tiestos cocidos y crudos.

Sabiendo que el porcentaje de rectificado en seco a introducir en la composición final es de 0.4% la cantidad total de material que entra en la línea de producción es la siguiente:

$$m_s = 27t/h \cdot \frac{0.4}{100} = 0.108 \text{ t/h}$$

Teniendo en cuenta que el contenido en humedad que posee este residuo es de 0.5%, la cantidad total de material que entra a la instalación en base húmeda es:

$$m_h = 0.108t/h \cdot \left( 1 + \frac{0.5}{100} \right) = 0.109 \text{ t/h}$$

Así pues, como en los casos anteriores, para calcular la cantidad de material a almacenar se tiene en cuenta que la instalación trabaja a dos turnos al día de 8 horas cada uno, y por tanto la cantidad total de material a almacenar para poder satisfacer la planta durante diez días es la siguiente:

$$m = 0.109 \frac{t}{h} 16 \frac{\text{horas}}{\text{día}} 10 \text{ días} 1000 \frac{kg}{1t} = 17440 \text{ kg}$$

Es decir, la cantidad total de material a almacenar en el granero de rectificado en seco es de 17440 kg, 18 t aproximadamente, como se puede comprobar esta es una cantidad bastante inferior a la de los tiestos, debido a la composición final del producto acabado.

La densidad de este residuo se considera de 800 kg/m<sup>3</sup> para la realización de los cálculos, y se obtiene que el volumen de material a almacenar y el volumen mínimo del granero de almacenamiento de este residuo es de 21.8 m<sup>3</sup>.

$$V = 17440 \text{ kg} \cdot \frac{1}{800} \left( \frac{m^3}{kg} \right) = 21.8 \text{ m}^3$$

### Cantidad de residuos de tintas inkjet

El residuo que se incorpora en menor cantidad en el proceso son los que provienen de las tintas inkjet, concretamente en un 0.1% dado que son los que se generan en un menor porcentaje.

Sabiendo que se van a incorporar en un 0.1%, la cantidad de estas que entra en la línea de producción es la siguiente:

$$m_s = 27 \text{ t/h} \cdot \frac{0.1}{100} = 0.027 \text{ t/h}$$

Por tanto, siguiendo la misma metodología que para los casos de los otros residuos, para calcular la cantidad de material a almacenar se tiene en cuenta que la instalación trabaja a dos turnos al día de 8 horas cada uno, y por tanto la cantidad total de material a almacenar para poder satisfacer la planta durante diez días es la siguiente:

$$m = 0.027 \frac{\text{t}}{\text{h}} \cdot 16 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \cdot 10 \text{ días} \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{1\text{t}} = 4320 \text{ kg}$$

Al tratarse de una cantidad tan pequeña de material su almacenamiento se realizará en sacos en el interior de la instalación, concretamente junto al depósito de homogeneización donde se incorporarán.

Así pues, el volumen que ocupa cada granero se ha calculado teniendo en cuenta la cantidad de material que debe almacenar, su densidad y el porcentaje de humedad con el que llegan a la instalación, los resultados obtenidos aparecen en la Tabla M.10.

**Tabla M.10. Volúmenes de los graneros.**

Residuo	Cantidad a almacenar (kg)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen del granero (m <sup>3</sup> )
<b>Tiestos cocidos</b>	1953600	1000	1954
<b>Tiestos crudos</b>	1984000	1000	1984
<b>Rectificado en seco</b>	17440	800	21.8

Teniendo en cuenta que las pérdidas de material a lo largo del proceso son del 1% como se ha explicado anteriormente, seguidamente aparecen en la Tabla M.11. los volúmenes de material a almacenar en cada granero sin tener en cuenta la pérdida de material a lo largo de la línea de producción y la cantidad de material teniendo en cuenta dicha pérdida.

**Tabla M.11. Volúmenes de material a almacenar sin y con pérdidas a lo largo de la línea.**

Residuo	V sin pérdidas (m <sup>3</sup> )	V con pérdidas (m <sup>3</sup> )
<b>Tiestos cocidos</b>	1954	1974
<b>Tiestos crudos</b>	1984	2004
<b>Rectificado en seco</b>	21.8	22

### 6.3.2. Almacenamiento y secado de los lodos de rectificado y pulido de esmalte

El almacenamiento y secado de los lodos de rectificado y pulido se llevará a cabo a la intemperie, en una especie de balsa de poca profundidad y gran superficie hasta conseguir la reducción de humedad deseada, en este caso, se estima que la humedad inicial de estos residuos es de un 25% aproximadamente, y cuando se consigue reducir hasta un valor que oscile alrededor de un 3% ya se puede introducir en el proceso de producción.

Esta etapa de secado se lleva a cabo de esta forma porque la ubicación de la planta lo permite, debido a las condiciones climatológicas de la misma.

Los lodos procedentes del proceso de rectificado y pulido de esmalte de forma conjunta se obtienen en forma de una especie de pasta con un contenido en humedad aproximadamente al 25 %, este es el valor que se va a tomar para la realización de los cálculos del volumen de la balsa de almacenamiento ya que esta cifra puede variar en función de muchas condiciones del proceso del que proceden y del transporte hasta la instalación del presente proyecto.

Este residuo representa un 2% de la composición del producto final, así pues, la cantidad de residuo en base seca a introducir en la corriente es la siguiente:

$$27 \frac{t}{h} \cdot \frac{2}{100} = 0.54 \text{ t/h}$$

Por tanto, si se considera un valor de humedad de un 25%, el contenido en sólidos es del 75%, así pues, para calcular la masa de agua correspondiente al residuo seco necesario para cumplir con la composición final del polvo granulado a obtener se utiliza la fórmula del contenido en sólidos.

$$CS = \frac{m_s}{m_s + m_a} 100$$

$$75 = \frac{0.54}{0.54 + m_a} 100 \rightarrow m_a = 0.18 \text{ t}$$

Es decir, la cantidad de agua que va a llegar a la planta de forma conjunta con los lodos de rectificado y pulido de esmalte es de 0.18 t/h, por tanto, la cantidad total de materia que va a extraerse de la balsa es la siguiente:

$$m_t = m_s + m_a = 0.54 + 0.18 = 0.72 \text{ t/h}$$

Para calcular la cantidad de material que hay que almacenar en las instalaciones durante diez días teniendo en cuenta que la planta trabaja a dos turnos de 8 horas cada día se ha realizado el siguiente cálculo:

$$m = 0.72 \frac{\text{t}}{\text{h}} 16 \frac{\text{horas}}{\text{día}} 10 \text{ días } 1000 \frac{\text{kg}}{1\text{t}} = 115200 \text{ kg}$$

Por tanto, la cantidad a almacenar en la balsa de recepción de los lodos de rectificado y pulido de esmalte es de 115 toneladas aproximadamente.

Considerando una densidad de 800 kg/m<sup>3</sup> para este residuo se obtiene que el volumen de la balsa de almacenamiento es de 144 m<sup>3</sup> como mínimo.

$$115200 \text{ kg} \frac{\text{m}^3}{800 \text{ kg}} = 144 \text{ m}^3$$

Teniendo en cuenta que el material tiene que estar lo más extendido posible para facilitar su secado, se va a estimar un espesor de 25 cm de material en la balsa, así pues, para poder almacenar la cantidad de material deseado, se debe calcular el área que ocupará dicha balsa, la cual debe ser como mínimo de 576 m<sup>2</sup>.

$$144 \text{ m}^3 = 0.25 \text{ m} \times A \rightarrow A = 576 \text{ m}^2$$

Hay que tener en cuenta que la corriente de entrada a la planta es diferente a la de llegada a la línea de producción, debido al secado que se va a producir en la balsa para conseguir un contenido en humedad hasta el 3% antes de la incorporación de este residuo al proceso. Por tanto, realizando los cálculos de la corriente de entrada con un 3% de humedad, se obtiene que la corriente de entrada en base húmeda de este residuo es la siguiente:

$$m_h = 0.54 \text{ t/h} \cdot 1.03 = 0.56 \text{ t/h}$$

### **6.3.3. Trituración y Molienda**

Para el caso de los tiestos cocidos, los tiestos crudos, el rectificado en seco y los lodos de rectificado y pulido de esmalte, una vez hayan entrado en la línea de producción se someterán a un proceso de trituración para asegurar la granulometría final, que se puede realizar con un desintegrador o con un desmenuzador, el cual se encargará de deshacer los posibles gránulos que se hayan formado y reducir previamente el tamaño de las partículas para facilitar y mejorar las posteriores moliendas.

Teniendo en cuenta la cantidad de cada tipo de residuo a introducir en la composición del producto final, las velocidades con las que se tiene que tratar cada residuo son diferentes entre sí, es decir, dependiendo del material se deberá molturar una cantidad u otra para mantener el abastecimiento de los silos.


Por tanto, como solamente se va a disponer de un triturador en la planta, este debe ser capaz de satisfacer a las posteriores etapas. Para ello su capacidad debe ser como mínimo la suma de las capacidades de los dos molinos posteriores.

En el Anexo 1 se adjuntan los catálogos consultados para elegir los equipos que componen la instalación.

Para llevar a cabo la etapa de trituración del proceso, se ha elegido para instalar en la planta del presente proyecto un desintegrador del fabricante Verdés, exactamente el modelo 125, ya que es el modelo que mejor se adapta al proceso, debido a su capacidad de producción, su potencia y su precio. Las principales características técnicas del desintegrador elegido se reflejan en la Tabla M.12.

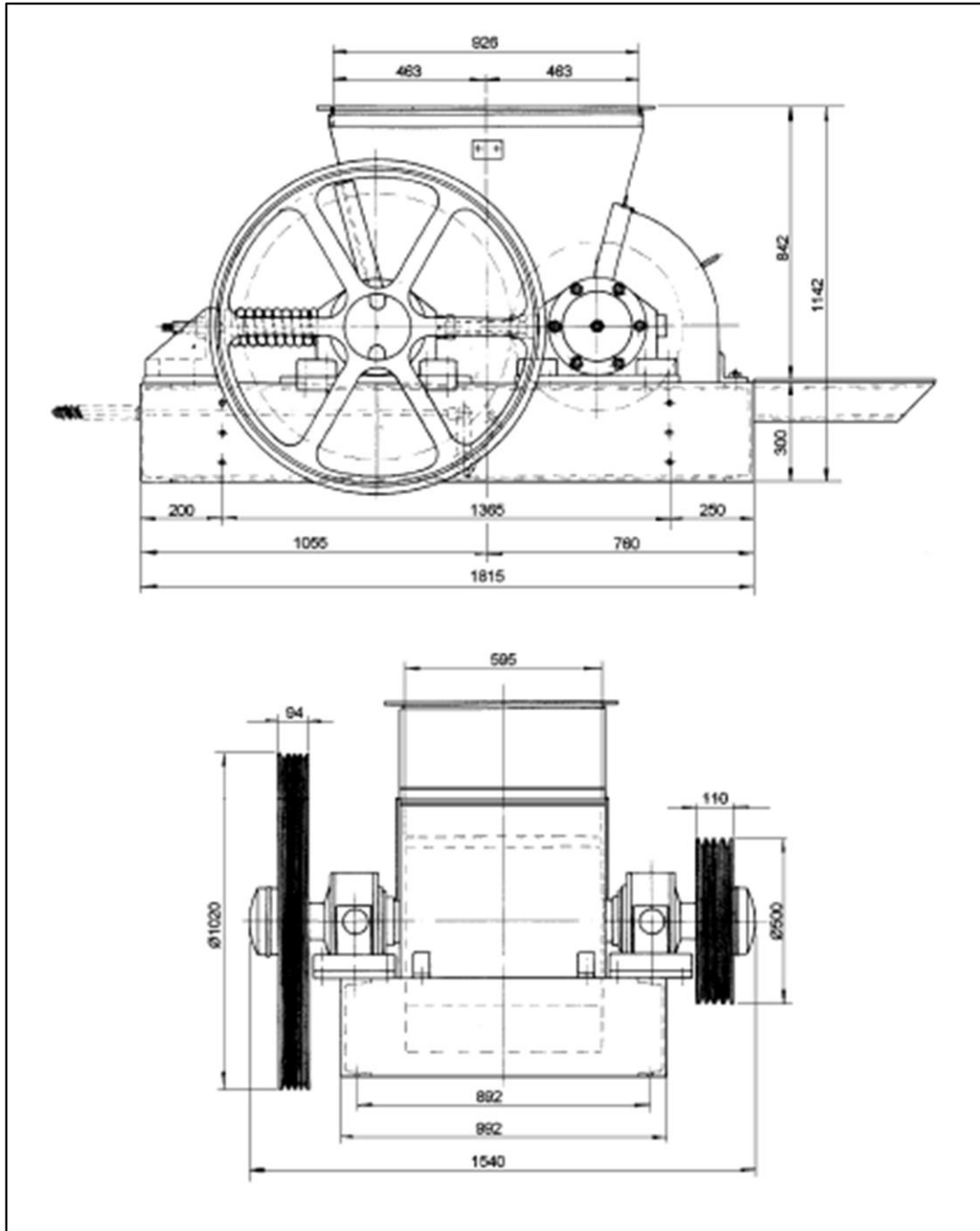


Tabla M.12. Características del desintegrador.

Desintegrador	
Proveedor	Verdés
Modelo	125
Dimensiones (mm)	1815x1540x1020 (Largo x Ancho x Alto)
Producción (m <sup>3</sup> /h)	22-30
Potencia (kW)	20.5
Función que realiza	Realizar una pre-trituración
Precio (€/unidad) con IVA incluido	67760
<b>Imagen</b>	
	
<b>Fuente: <a href="http://www.verdes.com">www.verdes.com</a></b>	

Las dimensiones del desintegrador seleccionado aparecen en la Figura M.8. las cuales han sido proporcionadas por el proveedor.

Figura M.8. Medidas desintegrador 125 (Verdés).



Los molinos de martillos serán los encargados de llevar a cabo la molienda de los tiestos cocidos, los tiestos crudos, el residuo de rectificado en seco y los lodos de rectificado y pulido de esmalte. Estos molinos son fundamentales en las líneas de preparación de materias primas cerámicas por vía seca y especialmente adecuados para la trituración de materiales destinados a la elaboración de productos cerámicos de calidad y alto valor añadido, ya que alcanzan un elevado grado de molienda.

Se precisará un molino para realizar la molienda de los tiestos cocidos, y conseguir un tamaño de partícula inferior a 1 mm, ya que trabajando con estos tamaños de partícula para este residuo se pretende reducir el tiempo de molienda de este material, debido a su dureza requeriría permanecer demasiado tiempo en el molino para conseguir una distribución de tamaños de partícula como los del resto de residuos, lo cual supondría un exceso de consumo de energía. Además, durante los ensayos llevados a cabo en el ITC se trabajó con estas distribuciones sin ningún tipo de defecto en el producto final (pavimento urbano).

El segundo molino se utilizará para realizar la molienda del resto de residuos por debajo de 500  $\mu\text{m}$ , ya que estos materiales son más blandos y por tanto no supondrá el mismo coste energético para alcanzar los tamaños deseados.

Las corrientes entrantes de cada residuo calculadas en el apartado anterior aparecen a continuación en la Tabla M.13., teniendo en cuenta el contenido en humedad con el que entran, es decir, en base húmeda, ya que al tratarse de porcentajes muy reducidos no provocarán problemas durante la trituración y la molienda.

**Tabla M.13. Caudal másico de los residuos a molturar en la instalación.**

<b>Residuo</b>	<b>Caudal másico (kg/h)</b>
<b>Tiestos cocidos</b>	12210
<b>Tiestos crudos</b>	12400
<b>Rectificado en seco</b>	109
<b>Lodos de rectificado y pulido de esmalte</b>	560

La cantidad de material que el desintegrador tiene que procesar tiene que ser como mínimo la suma de los caudales de las corrientes de la Tabla M.13.

A continuación, se muestra el cálculo de la capacidad mínima que debe tener el desintegrador a instalar en la planta:

$$C = 12210 + 12400 + 109 + 560 = 25279 \text{ kg/h}$$

En cuanto a los molinos de martillos, se dispondrá de dos de ellos, uno para el tratamiento único de los tiestos cocidos y el otro para los tiestos crudos, el residuo de rectificado en seco y los lodos de rectificado y pulido de esmalte. Así pues, la capacidad del molino de martillos encargado de la molturación de los tiestos cocidos será el valor de la corriente de tiestos cocidos que circulan por la línea de tratamiento y el del otro molino la suma de las corrientes del resto de residuos a molturar.

$$\text{Capacidad molino 1} = 12210 \text{ kg/h}$$


$$\text{Capacidad molino 2} = 12400 + 109 + 560 = 13069 \text{ kg/h}$$

Una vez los molinos han realizado la molturación de los residuos, estos se almacenan en silos de almacenamiento, que posteriormente descargan la cantidad necesaria de cada residuo, estas cantidades coinciden con las mostradas en la Tabla M.13. Se precisan cuatro silos para el almacenamiento del material molturado a la salida de cada molino para poder descargar la cantidad necesaria sobre las cintas.

En el Anexo 1 se adjuntan los catálogos consultados para elegir los equipos que componen la instalación.

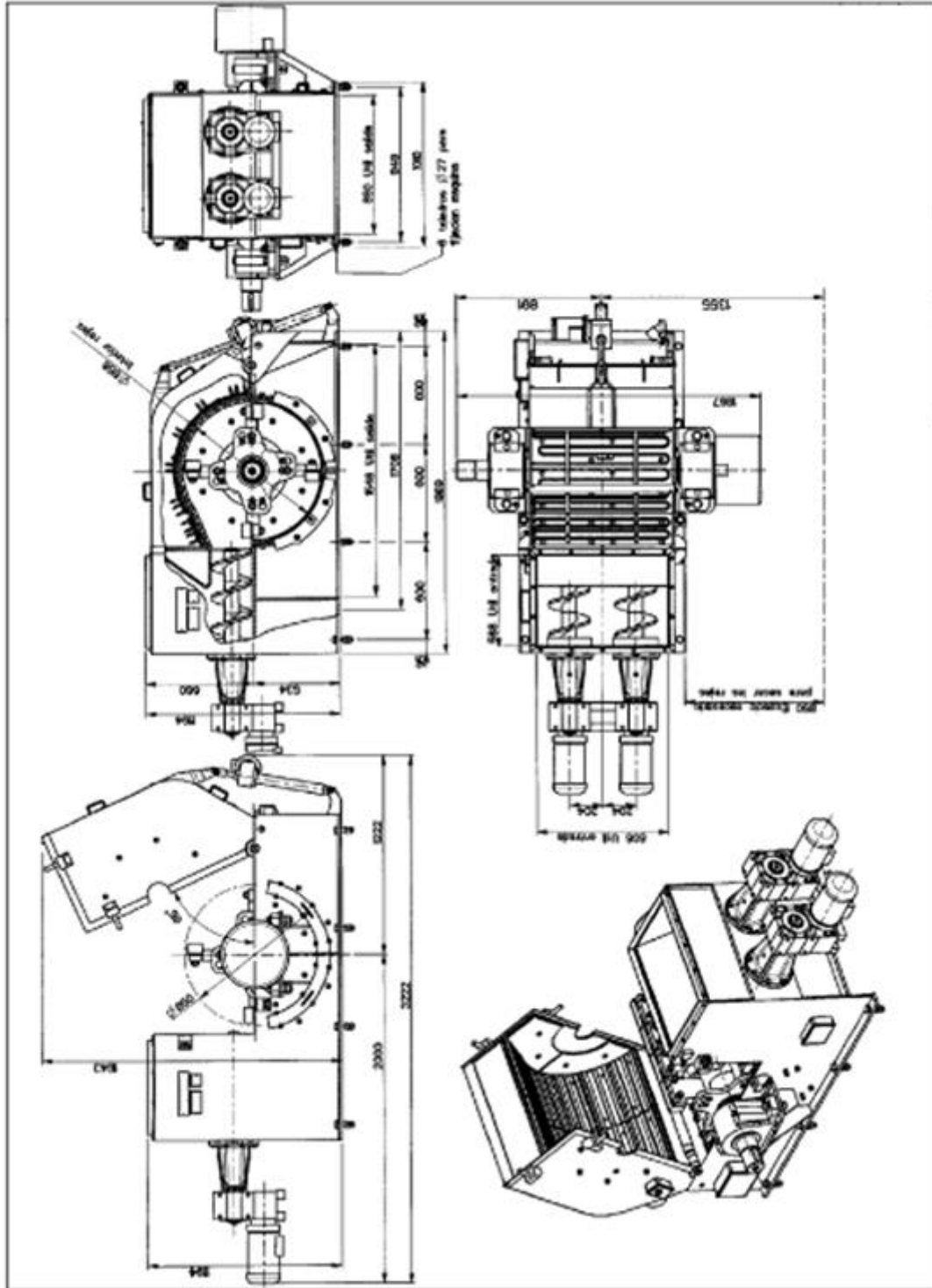
El modelo de molino de martillos elegido para integrar en la instalación de la planta es el modelo 36-D del fabricante Verdés, uno con un tamiz con una luz de malla de 1 mm y otro con un tamiz con una luz de malla de 500  $\mu\text{m}$ . Este es el modelo más adecuado debido a la producción que es capaz de obtener, a su potencia y a su precio. En la Tabla M.14. se muestran las características más relevantes del modelo de molino de martillos seleccionado para instalar en la planta objeto de estudio del presente proyecto.

Tabla M.14. Características del molino de martillos.

Molino de martillos	
<b>Proveedor</b>	Verdés
<b>Modelo</b>	36 D
<b>Dimensiones (mm)</b>	3222x1867x1843 (Largo x Ancho x Alto)
<b>Producción (t/h)</b>	10-20
<b>Potencia (kW)</b>	75
<b>Función que realiza</b>	Reducción de los tamaños de las partículas
<b>Precio (€/unidad) con IVA incluido</b>	66550
<b>Imagen</b>	
	
<b>Fuente: <a href="http://www.verdes.com">www.verdes.com</a></b>	

Las dimensiones exactas del tipo de molino de martillos seleccionado aparecen en la Figura M.9. las cuales han sido proporcionadas por el proveedor y se han utilizado para dimensionar la planta.

Figura M.9. Medidas del molino de martillos 36 D (Verdés).



#### 6.3.4. Balsa de almacenamiento de los lodos de esmalte

Para el caso de los lodos de esmalte, al tratarse de un residuo acuoso su almacenamiento requiere una aplicación diferente al resto de los residuos que llegan a la instalación. En este caso se va a disponer de una balsa de almacenamiento única y exclusivamente para este residuo, para realizar el cálculo de las dimensiones de esta balsa se va a tener en cuenta la cantidad necesaria a añadir en el granulador para conseguir un producto final con la composición de lodos de esmalte adecuada.

El almacenamiento inicial donde se debe depositar el residuo tiene que tener como mínimo una capacidad de almacenamiento que pueda abastecer la instalación durante diez días.

La composición final debe llevar un 7.5% de lodos de esmalte en base seca, por tanto, como se ha establecido una producción de producto acabado de 27 t/h se necesitan 2.025 t/h de lodos en base seca:

$$27t/h \cdot \frac{7.5}{100} = 2.025t/h$$

Para la realización del siguiente cálculo se va a considerar que el valor promedio de contenido en sólidos con el que llegan los lodos a las instalaciones es de un 40%, por tanto, una vez calculada la cantidad sólido que es necesario incorporar de los lodos de esmalte se va a calcular de la cantidad de agua:

$$CS = \frac{m_s}{m_s + m_a} 100$$

$$40 = \frac{2.025}{2.025 + m_a} 100 \rightarrow m_a = 3.040 t/h$$

La suma de ambas cantidades será la cantidad total de lodos de esmalte a incorporar en el proceso:

$$m_t = m_s + m_a = 2.025 + 3.040 = 5.065 t/h$$

Sabiendo que la planta trabaja a dos turnos de 8 horas cada turno al día y que el aprovisionamiento de la instalación tiene que poder ser independiente durante diez días, se ha realizado el siguiente cálculo para determinar la masa total de lodos de esmalte en la balsa.

$$m = 5.065 \frac{t}{h} 16 \frac{horas}{día} 10 días 1000 \frac{kg}{1t} = 810400 kg$$

Teniendo en cuenta que la densidad de los lodos es aproximadamente  $1300 \text{ kg/m}^3$ , se ha realizado el siguiente cálculo para obtener el volumen de la balsa.

$$V = 810400 \text{ kg} \cdot \frac{1}{1300} \left( \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right) = 623.4 \text{ m}^3$$

Por tanto, se ha obtenido que el volumen de la balsa para el almacenamiento de los lodos de esmalte debe ser como mínimo de  $624 \text{ m}^3$ .

### **6.3.5. Tamizado de los lodos de esmalte**


Cuando los lodos se trasladan a la balsa de homogenización (etapa previa a la granulación) se someterán a un proceso de tamizado, con un tamiz de  $156 \mu\text{m}$  para evitar la incorporación de grumos y de partículas demasiado gruesas al proceso. En esta balsa se incorporan al proceso los residuos de tintas inkjet, pero no van a suponer ningún problema en la granulación ya que las distribuciones de los tamaños de sus partículas son de tamaños inferiores a micrómetros.

En el Anexo 1 se adjuntan los catálogos consultados para elegir los equipos que componen la instalación. El tamiz seleccionado para instalar en la planta es el VLM del fabricante Calamit, ya que debido a su precio y caudal a tratar es el que mejor se adapta a las necesidades requeridas.



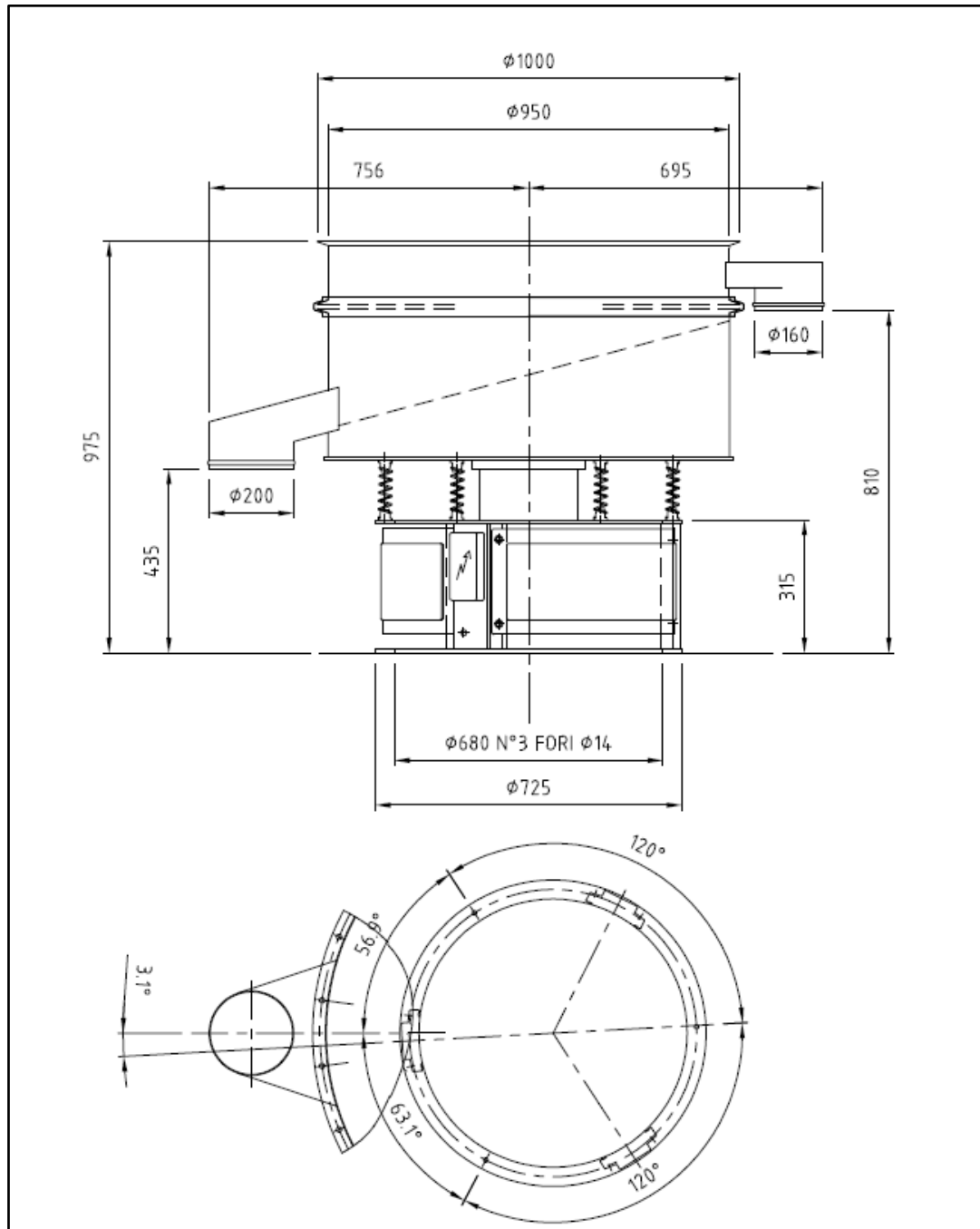
En la Tabla M.15. se muestran las características más relevantes del tamiz seleccionado para instalar en la planta.

**Tabla M.15. Características del tamiz.**

Tamiz	
<b>Proveedor</b>	Virto
<b>Modelo</b>	VLM
<b>Dimensiones (mm)</b>	950 x 975 (Diámetro x Altura)
<b>Producción (m<sup>3</sup>/h)</b>	5
<b>Potencia (kW)</b>	0.73
<b>Función que realiza</b>	Eliminar partículas superiores a 150 µm
<b>Precio (€/unidad) con IVA incluido</b>	6413
<b>Imagen</b>	
	
<b>Fuente: <a href="http://www.virtogroup.com">www.virtogroup.com</a></b>	

Las dimensiones exactas del tamiz seleccionado para instalar en la planta aparecen en la Figura M.10., las cuales han sido proporcionadas por el proveedor y se han utilizado para dimensionar la planta.

**Figura M.10. Medidas del tamiz (Virto).**



### 6.3.6. Separadores magnéticos

En la planta a diseñar se requiere la instalación de dos separadores magnéticos, uno para trabajar por vía seca y otro para trabajar por vía húmeda. Ambos separadores deberán encargarse de eliminar de forma continua las partículas imantables presentes en las corrientes de la planta a diseñar, evitando así posibles defectos en las superficies de las baldosas finales a fabricar con el polvo granulado obtenido en la planta. Un claro ejemplo de estas impurezas son las partículas de hierro que se pueden desprender de los rodillos de rectificado en la línea de producción de baldosas cerámicas.

El separador magnético encargado de la línea de tratamiento en vía seca, deberá de eliminar todas las impurezas en forma de metales ferrosos que transporten las corrientes de los residuos secos, estará situado en la zona de descarga de los silos.

Una vez los silos han descargado la cantidad de material correspondiente este material se dirige hacia una etapa de separación magnética y posteriormente ya entra en el granulador. Por tanto, los caudales de materia prima que tiene que tratar el separador magnético y que posteriormente entra en el granulador, es la suma de las cantidades de cada material que descargan los silos.

$$\text{Capacidad separador magnético} = 12210 + 12400 + 109 + 560 = 25279 \text{ kg/h}$$

El segundo separador magnético deberá trabajar en vía húmeda, ya que irá situado tras la incorporación de los residuos de tintas inkjet al proceso, las cuales contienen en la gran parte de su composición partículas imantables, esta incorporación se realiza en la balsa de homogeneización de los lodos de esmalte situada tras el proceso de tamizado, por eso es necesario que trabaje en vía húmeda.


En el Anexo 1 se adjuntan los catálogos consultados para elegir los equipos que componen la instalación.

Para el caso del separador magnético que trabaja en vía seca se ha elegido un separador DMC-20 del fabricante Calamit, por el caudal que es capaz de tratar, y para el caso de la corriente acuosa un DMC-10 ya que ambos separadores pueden tratar de forma indistinta corrientes acuosas o secas, pero en el caso del separador que trabaja en vía acuosa, siguiendo la recomendación del fabricante se debe instalar un accesorio que funcione como filtro, por tanto, la mayor diferencia a la hora de seleccionar los equipos de este

proceso es el caudal que pueden tratar. Ambos equipos tienen un precio asequible para la instalación.

En la Tabla M.16. se muestran las características más relevantes del modelo de separador magnético seleccionado.

**Tabla M.16. Características del separador magnético.**

Separador magnético	
<b>Proveedor</b>	Calamit
<b>Modelo</b>	DMC
<b>Dimensiones (mm)</b>	345 x 800 (Diámetro x Altura)
<b>Producción (m<sup>3</sup>/h)</b>	40
<b>Potencia (kW)</b>	0.8
<b>Función que realiza</b>	Eliminación de partículas férricas
<b>Precio (€/unidad) con IVA incluido</b>	12596
<b>Imagen</b>	
	
<b>Fuente: <a href="http://www.calamit.com">www.calamit.com</a></b>	

En la Figura M.11. aparecen las medidas del separador seleccionado que ha facilitado el fabricante, y en la Figura M.12. aparecen las medidas del filtro necesario para instalar en la corriente acuosa para proteger el equipo debido a una recomendación del fabricante.

Figura M.11. Medidas separador magnético (Calamit).

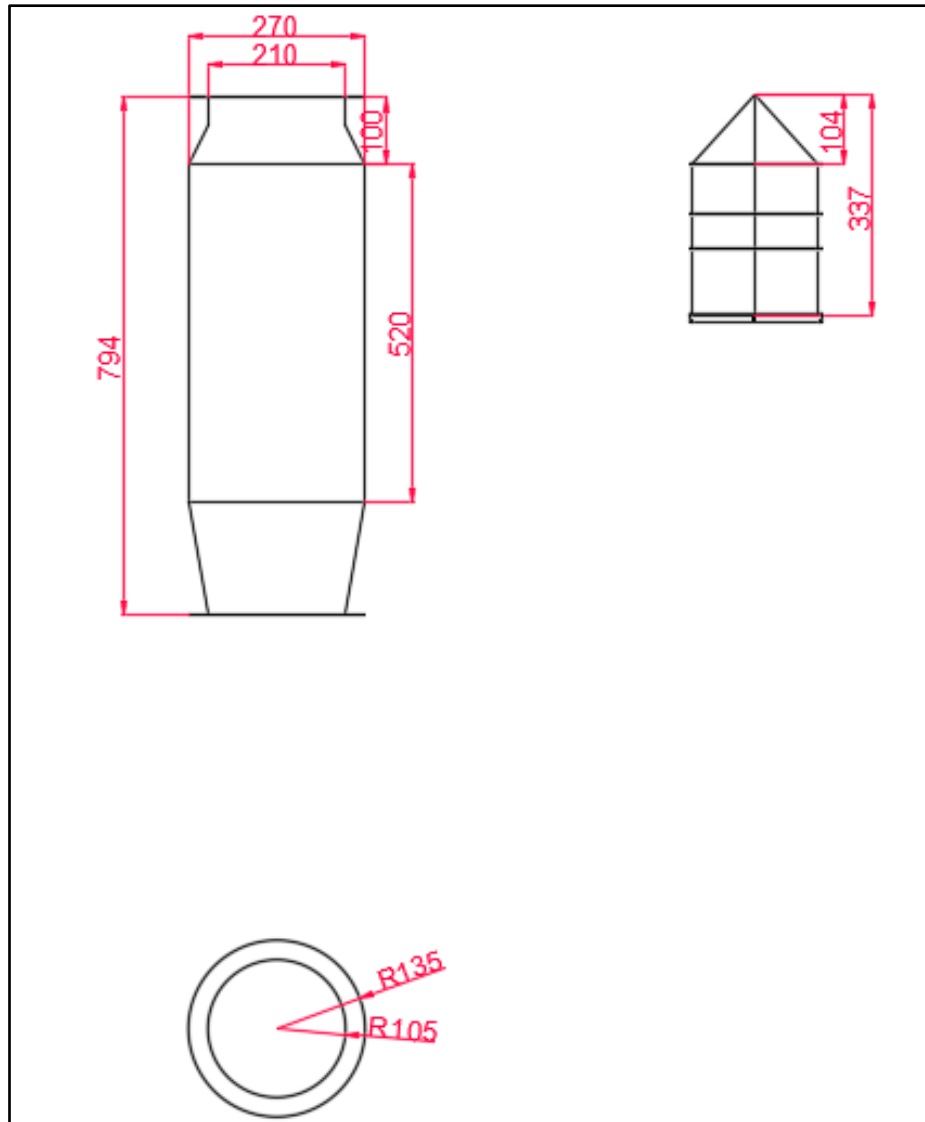
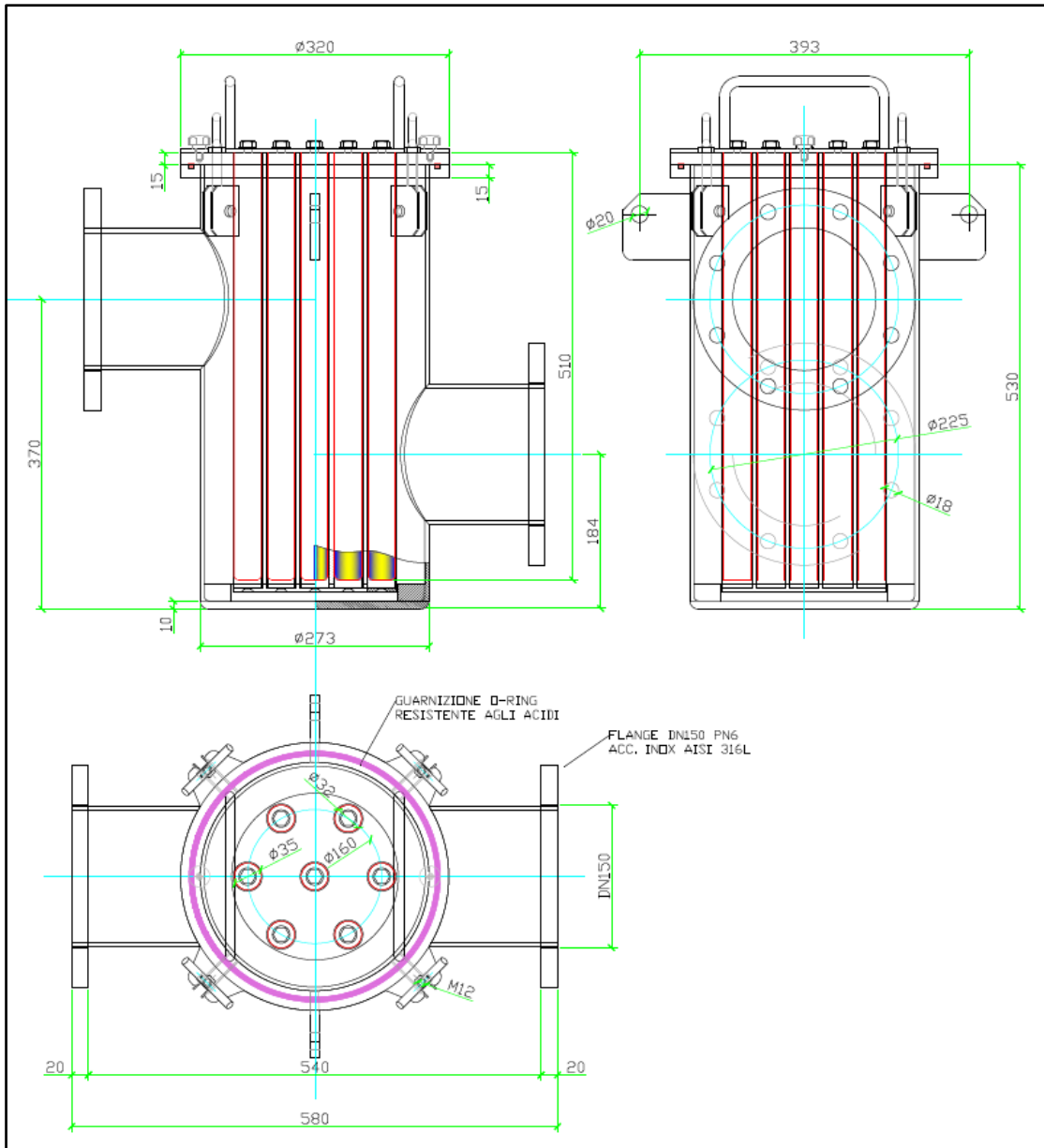


Figura M.12. Medidas filtro/parrilla a instalar (Calamit).



### 6.3.7. Granulación

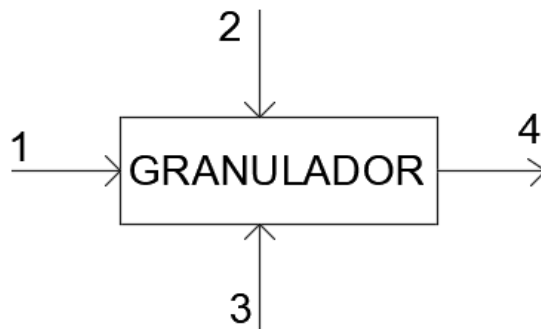
En el granulador se van a alimentar de acuerdo con una formulación establecida los materiales procedentes de la línea de tratamiento que trabaja en “vía seca” (con un porcentaje de humedad muy bajo), los lodos de esmalte y los residuos de tintas inkjet. En esta etapa se aprovechará el agua que portan los lodos y la humedad que portan los residuos “secos” cuando entran en el granulador, de esta forma se intentará minimizar el consumo de la corriente de agua limpia a introducir en él.

La capacidad del granulador será la resultante de las dos corrientes citadas anteriormente. La capacidad del granulador será además como mínimo a la del secadero posterior ya que son dos etapas contiguas sin ninguna recirculación ni entradas o salidas de material.

$$\text{Capacidad del granulador} = 25279 + 5065 + 139 \text{ kg/h} = 30483 \text{ kg/h}$$

Para calcular la cantidad de agua limpia necesaria debe realizarse un balance de materia al granulador. En la Figura M.13., aparece un esquema simplificado del granulador con sus respectivas corrientes: corriente 1 está constituida por los residuos en “vía seca” (con un pequeño porcentaje en humedad), la corriente 2, es acuosa y proviene de la balsa de almacenamiento de los lodos de esmalte y tintas inkjet, la corriente 3 es la entrada de agua limpia al proceso de granulación y la corriente 4 es la salida del granulador.

Figura M.13. Corrientes de entrada y salida del granulador.



Cálculo de la cantidad de agua y la humedad de la corriente 1 debido a la humedad de los residuos

El cálculo que se va a realizar para obtener la cantidad de agua que arrastran los residuos que entran por la corriente 1 del granulador debido a la humedad inicial, consistirá en la diferencia entre la masa húmeda de los residuos teniendo en cuenta la humedad de cada uno de ellos y la suma de la cantidad de dichos residuos en base seca.

$$m_h = 12210 + 12400 + 109 + 560 = 25279 \text{ kg/h}$$

$$m_s = 12150 + 12150 + 108 + 540 = 24948 \text{ kg/h}$$

Haciendo la diferencia:

$$m_a = m_h - m_s = 25279 - 24948 = 331 \text{ kg/h}$$

Por tanto, el contenido en humedad absoluta de la corriente 1 es el siguiente:

$$X = \frac{m_h - m_s}{m_h} 100 = \frac{25279 - 24948}{25279} 100 = 1.31\%$$

Cálculo de la cantidad de agua y la humedad de la corriente 2 debido a el agua de los lodos de esmalte

La cantidad de agua que entra al granulador por la corriente 2 será el 60% de los lodos de esmalte, puesto que se ha considerado que el contenido en solidos de esta corriente es del 40%. Este valor se ha calculado en el apartado 6.3.4. de esta memoria resultando ser de 3.040 t/h.

Cálculo de la corriente de agua limpia a introducir en el granulador por la corriente 3

El proceso de granulación del presente proyecto se estima que debe trabajar con un porcentaje de humedad de un 13% para conseguir una buena calidad del polvo granulado a producir. El granulador debe granular una cantidad de 27 t/h de producto seco más la correspondiente cantidad de agua para conseguir la humedad deseada en el proceso.

Por tanto, la cantidad de material final húmedo que circulará a través del granulador será la siguiente:

$$m_h = 27000 \text{ kg/h} \cdot 1.13 = 30510 \text{ kg/h}$$

Por tanto, para calcular la cantidad de agua necesaria que hay que introducir en el granulador para obtener el grado de humeado necesario se obtendrá realizando la diferencia entre la masa húmeda y la masa seca.

$$m_a = m_h - m_s = 30510 - 27000 = 3510 \text{ kg/h}$$



De las corrientes 1 y 2 anteriormente calculadas, se introduce la siguiente cantidad de agua:

$$m_{a_t} = m_{a_1} + m_{a_2} = 331 + 3040 = 3371 \text{ kg/h}$$

La diferencia entre la cantidad de agua necesaria y la cantidad de agua entrante en el granulador debido a la humedad de los residuos es la cantidad de agua limpia a introducir en el proceso:

$$m_a = 3510 - 3371 = 139 \text{ kg/h}$$

Así pues, el caudal másico de agua limpia a introducir en el granulador será de 139 kg/h, el cual se ha intentado minimizar al máximo para intentar reducir el consumo de agua pura y conseguir un efecto medioambiental positivo.


El granulador seleccionado para el proceso que se está estudiando en el presente proyecto debe ser capaz de obtener la distribución granulométrica en la medida de lo posible lo más parecida a la de los polvos atomizados utilizados actualmente en el prensado de baldosas cerámicas en el sector, es decir, la granulometría producida debe estar centrada en la fracción 200-400  $\mu\text{m}$ .

En el Anexo 1 se adjuntan los catálogos consultados para elegir los equipos que componen la instalación.

El granulador elegido para instalar en la planta es el modelo GRC 900 del fabricante LB, ya que cumple con la granulometría deseada y obtiene el caudal necesario para la instalación.

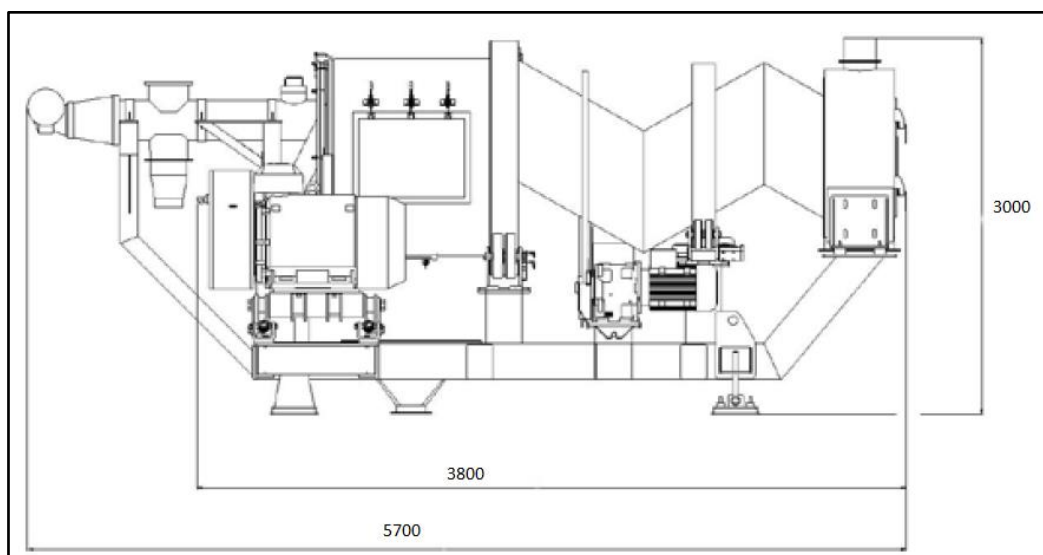
En la Tabla M.17. se muestran las características más relevantes del granulador seleccionado.

**Tabla M.17. Características del granulador.**

Granulador	
<b>Proveedor</b>	LB technology
<b>Modelo</b>	GRC 900
<b>Dimensiones (mm)</b>	5700 x 2300 x 3000 (Largo x Ancho x Alto)
<b>Potencia (kW)</b>	150.5
<b>Función que realiza</b>	Obtener la granulometría deseada
<b>Precio (€/unidad) con IVA incluido</b>	423500
<b>Imagen</b>	
	
<b>Fuente:</b> <a href="http://www.lb-technology.com/machinery/grc/">http://www.lb-technology.com/machinery/grc/</a>	

Las dimensiones exactas del granulador GRC 900 aparecen en la Figura M.14. las cuales han sido proporcionadas por el proveedor y son necesarias para el dimensionamiento de la planta y se han utilizado para dimensionar la planta.

**Figura M.14. Medidas del granulador GRC 900 (LB).**




### 6.3.8. Secado

Esta etapa es de vital importancia porque es la etapa que proporciona al polvo granulado obtenido la humedad deseada. Cuando el material se extrae del granulador posee un contenido en humedad del 13% aproximadamente, pero es un contenido demasiado alto para su procesamiento posterior en una prensa hidráulica. Al igual que el polvo que se obtiene por el proceso de atomización, el polvo granulado producido debe de poseer un contenido en humedad aproximadamente de un 6,5%. Este valor puede oscilar en función de la estación del año, ya que durante su transporte se va a ver afectado por unas condiciones ambientales, y de las particularidades de la empresa cliente.

En el Anexo 1 se adjuntan los catálogos consultados para elegir los equipos que componen la instalación.

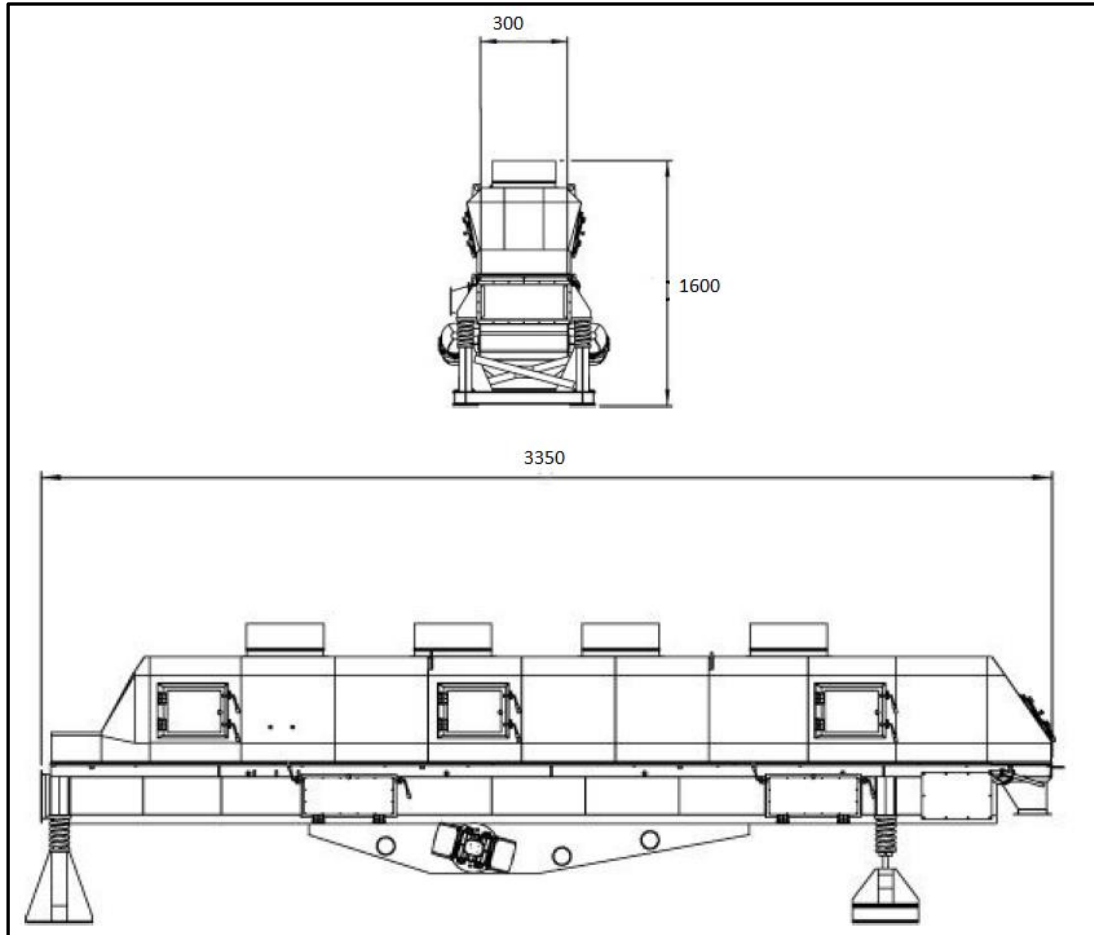
El secadero elegido es el secadero de lecho fluidizado EVF 30/350 del fabricante LB, ya que cumple con las necesidades requeridas en la instalación. En la Tabla M.18. se muestran las características más relevantes del modelo de secadero seleccionado para instalar.

**Tabla M.18. Características del secadero.**

Secadero	
<b>Proveedor</b>	LB technology
<b>Modelo</b>	EVF 30
<b>Dimensiones (mm)</b>	3350 x 300 x 1600 (Largo x Ancho x Alto)
<b>Potencia (kW)</b>	2.6
<b>Función que realiza</b>	Regular la humedad del polvo
<b>Precio (€/unidad) con IVA incluido</b>	726000
<b>Imagen</b>	
	
<b>Fuente:</b> <a href="http://www.lb-technology.com/machinery/evf/">http://www.lb-technology.com/machinery/evf/</a>	

A continuación, en la Figura M.15. se muestran las medidas exactas del secadero seleccionado para instalar en la planta, las cuales son necesarias para el dimensionamiento de la planta y se han utilizado para dimensionar la planta.

**Figura M.15. Medidas del secadero EVF 30 (LB).**



### 6.3.9. Silos de almacenamiento del producto final

Una vez el polvo granulado que se produce en la instalación ha sido secado hasta la humedad requerida, se almacena en unos silos donde debe reposar durante cuatro días hasta que se efectúe su distribución. Por tanto, la cantidad de material que se debe poder almacenar es 1728 toneladas.

$$27 \frac{t}{h} 16 \frac{h}{día} 4 días = 1728 t$$

La altura de cada silo es de 12 metros, por tanto, caben perfectamente en la nave ya que esta ha sido diseñada para tener una altura de 20 metros, además el diámetro de cada silo es de 3 metros, por tanto, cada silo tiene una capacidad de 85 m<sup>3</sup> y para realizar el cálculo se ha considerado que la densidad del producto acabado es de 1000 kg/m<sup>3</sup>, así pues, el número de silos necesarios para la instalación es de 20 silos.

$$1 m^3 = 1 t$$

$$\frac{1728 t}{85 \frac{t}{silo}} = 20 silos$$

En la planta a diseñar se dispondrán de 28 silos para almacenar el producto acabado, previniendo así futuras ampliaciones de producción y disponiendo de silos de reserva.

### 6.3.10. Transporte de los materiales

La transferencia de material seco de una etapa a otra a lo largo de la planta se lleva a cabo a través de cintas transportadoras y pesadoras que conectan las etapas.

En el caso de los lodos de esmalte, los cuales se encuentran en estado acuoso, el transporte a través de la planta se lleva a cabo mediante conducciones las cuales están conectadas a una bomba impulsora para asegurar un caudal constante en todo el proceso y en todas las etapas por las que debe atravesar este material como el tamizado y la entrada al granulador.

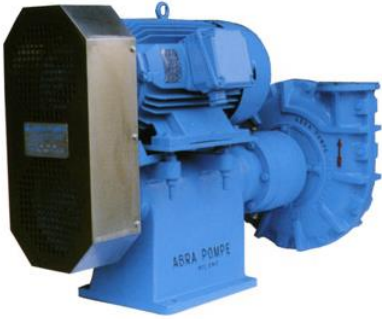
En el Anexo 1 se adjuntan los catálogos consultados para elegir los equipos que componen la instalación.

Para impulsar la corriente acuosa de la balsa de los lodos de esmalte a la línea de producción de la planta, se necesita una bomba capaz de impulsar un caudal volumétrico de 5 m<sup>3</sup>/h. Para ello la bomba escogida es la bomba horizontal IN 30 del fabricante Abra,

ya que es la que mejor se ajustaba a las condiciones específicas requeridas y tiene un precio asequible.

En la Tabla M.19. se muestran las características más relevantes del modelo de la bomba seleccionada.

**Tabla M.19. Características de la bomba.**

<b>Bomba</b>	
<b>Proveedor</b>	Abra
<b>Modelo</b>	30 OR IN
<b>Dimensiones (mm)</b>	915 x 370.5 x 455 (Largo x Ancho x Alto)
<b>Potencia (kW)</b>	2.2
<b>Función que realiza</b>	Impulsar la corriente acuosa
<b>Precio (€/unidad) con IVA incluido</b>	3366
<b>Imagen</b>	
	
<b>Fuente:</b> <a href="http://www.cpbombas.com/p/abra-pompe/bombas-de-agua-sumergibles-centrifugas-antiabrasivas-horizontales">http://www.cpbombas.com/p/abra-pompe/bombas-de-agua-sumergibles-centrifugas-antiabrasivas-horizontales</a>	

A continuación, se muestra la Figura M.16. aparece la curva de rendimiento de la bomba y en la Figura M.17. aparecen las medidas facilitadas por el proveedor y se han utilizado para dimensionar la planta.

Figura M.16. Curva de rendimiento de la bomba.

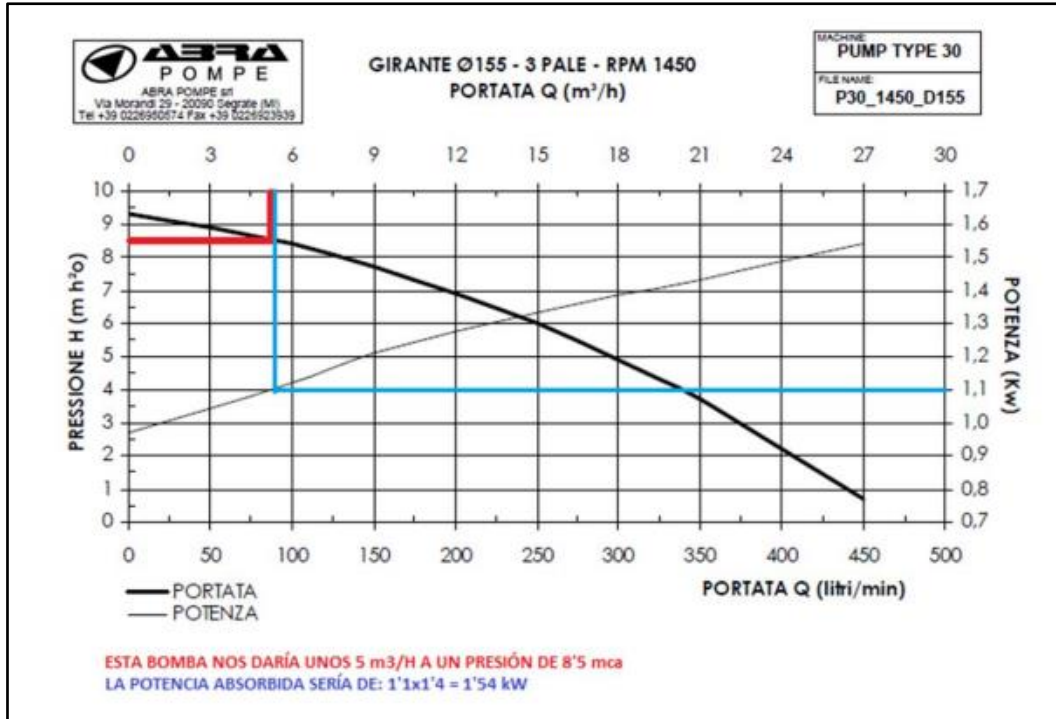
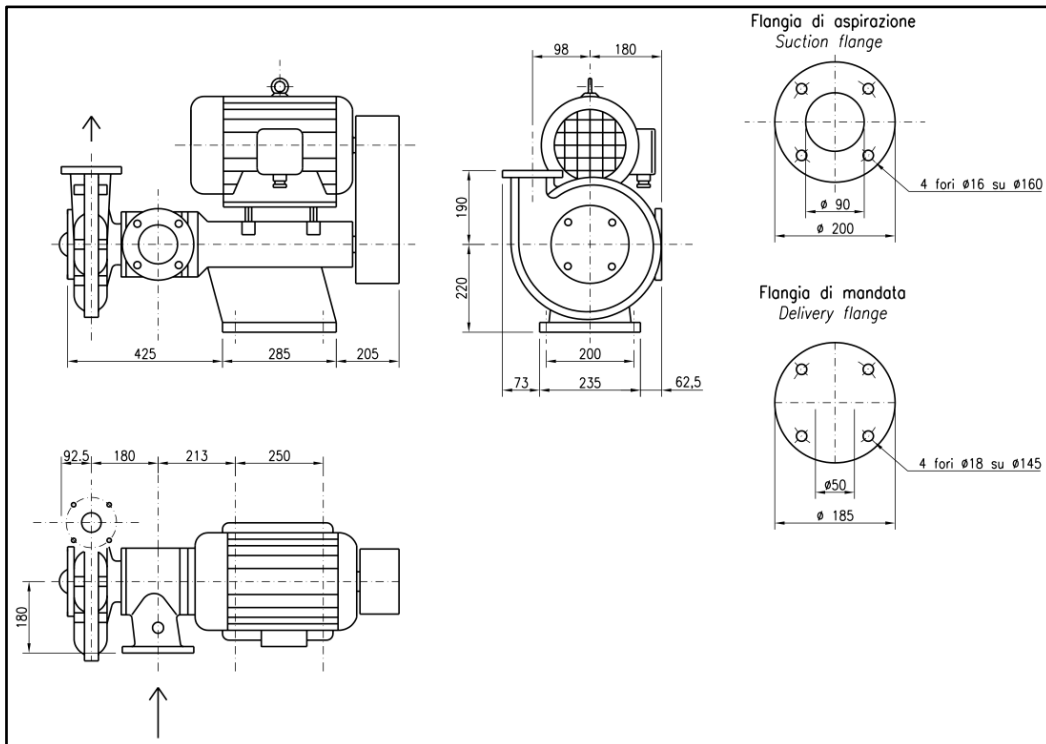


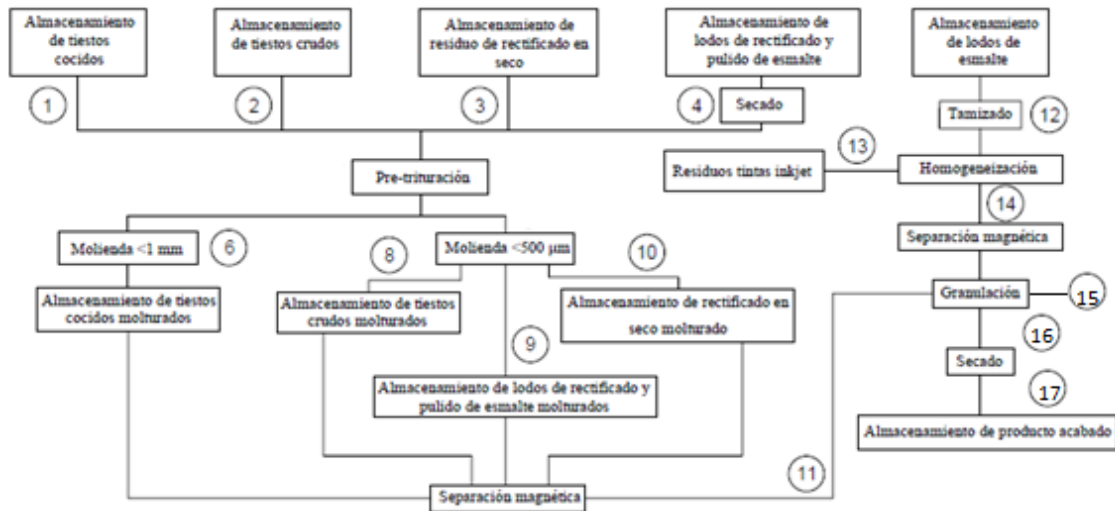
Figura M.17. Medidas de la bomba (Abra).



#### 6.4. Diagrama de flujo dimensionado

Teniendo en cuenta los datos reflejados en los apartados anteriores, los balances de materia realizados a las diferentes operaciones y el diagrama de flujo, en la Figura M.18. se anotan los caudales máscicos de cada una de las corrientes.

Figura M.18. Diagrama de flujo y caudales máscicos de la planta diseñada.



En la Tabla M.20. aparecen los valores de cada corriente mostrada en la Figura M.18.

Tabla M.20. Valores de las corrientes de la planta.

Corriente	Caudal máscico (kg/h)	Caudal volumétrico (m <sup>3</sup> /h)
<b>1 y 6</b>	12210	-
<b>2 y 8</b>	12400	-
<b>3 y 10</b>	109	-
<b>4 y 9</b>	560	-
<b>11</b>	25279	-
<b>12</b>	-	5063
<b>13</b>	27	-
<b>14</b>	-	5090
<b>15</b>	28755	-
<b>16</b>	27000	-



### **6.5. Distribución de los elementos en planta y cálculo del área total**

Para realizar el diseño de la planta y seleccionar el lugar que deben ocupar cada uno de los elementos en la instalación se han tenido en cuenta una serie de consideraciones.

En primer lugar, se ha ubicado la zona de descarga de material y los graneros de almacenamiento apartados de las oficinas y del resto del proceso para evitar las molestias ocasionadas por los ruidos y minimizar el impacto del polvo sobre las personas administrativas.

La balsa de almacenamiento de lodos de rectificado y pulido de esmalte debe estar en el exterior de la nave, por tanto, se ha situado lo más cerca posible de la entrada a la parcela para evitar un tráfico excesivo de camiones por la planta.

La báscula destinada a pesar los camiones cuando entran en la planta y antes de que salgan con la finalidad de conocer la cantidad exacta de material que entra o sale de la instalación se ha situado también cerca de la entrada a la planta y cerca de las oficinas para que el personal pueda visualizar la llegada de estos.

Se trata de un proceso en el que el material está en continuo movimiento las etapas están conectadas con las cintas que transportan el material. La balsa de los lodos de esmalte se ha construido en el exterior de la nave para facilitar el acceso de los camiones a ella y así facilitar también su llenado.

A continuación, se calculan la superficie y el tamaño de las instalaciones a construir en la parcela seleccionada en función de las dimensiones de esta y los cálculos de material a almacenar calculados.

Para el caso de la balsa de almacenamiento de los lodos de esmalte, se debe de almacenar una cantidad de  $624 \text{ m}^3$ , para ello se ha construido una balsa de 6 metros de radio y 6 metros de profundidad, siendo así capaz de almacenar la cantidad deseada y poder prevenir futuras ampliaciones de producción.

$$\text{Volumen total de la balsa} = \pi \times R^2 \times h = \pi \times 6^2 \times 6 = 678 \text{ m}^3$$

La superficie que debe ocupar la balsa de los lodos de rectificado y pulido de esmalte, como se ha calculado anteriormente debe ocupar una superficie de  $576 \text{ m}^2$ , la balsa construida en la instalación ocupa una superficie de  $610 \text{ m}^2$ , por tanto, cumple con los requisitos necesarios de almacenamiento del material calculado, teniendo en cuenta las pérdidas de material en la línea.

En el caso de los graneros de almacenamiento de tiestos cocidos, tiestos crudos y lodos de esmalte, se han construido tres graneros que ocupan una superficie de 190 m<sup>2</sup> aproximadamente cada uno de ellos. Para el caso del rectificado en seco el granero que se ha construido es del mismo tamaño que el resto a pesar de la diferencia de material a introducir en el proceso, previniendo así futuras ampliaciones de producción, ya que en la actualidad existen separadores que se pueden incorporar en las celdas y modificar sus dimensiones.

Como la altura de la nave es de 15 metros, los graneros construidos son capaces de almacenar 2970 m<sup>3</sup> de material.

$$V = 190 \times 15 = 2970 \text{ m}^3$$

Como se puede apreciar es una cifra bastante superior a la calculada en el apartado 6.3.1, por tanto, cumple con las especificaciones de producción y prevé futuras ampliaciones.

La superficie destinada a laboratorios, vestuarios y oficinas es de 290 m<sup>2</sup> para poder tener unos espacios de trabajo lo suficientemente cómodos para los empleados.

La zona exterior de la nave, a través de la cual circularán los camiones que transporten material se ha construido con una superficie de 1100 m<sup>2</sup> para poder facilitar el acceso de estos.

Por último, la superficie destinada a los equipos de la instalación y a operaciones del proceso es de 3479 m<sup>2</sup> para poder tener una buena accesibilidad de los equipos y poder realizar de forma correcta las acciones de mantenimiento, limpieza, etc. Para ello, la etapa de pre-trituración que realiza el desintegrador se realiza en altura, con la máquina elevada una altura mínima de 2 metros para facilitar el acceso de los operarios a todas las partes de la nave, asimismo la cinta transportadora que transporta el material desde el secadero hasta los silos también trabaja en altura para conseguir una mayor accesibilidad a todos los puntos de la nave como se ha mencionado anteriormente.

## 6.6. Ubicación de la planta

Una de las principales características del sector azulejero español es la alta concentración geográfica de la industria en la provincia de Castellón, en especial en el área delimitada al norte por l'Alcora y Borriol, al oeste por Onda, al sur por Nules y al este por Castellón de la Plana, como se puede ver en la Figura M.19. Según los datos de ASCER, aproximadamente el 94 por ciento de la producción nacional tiene origen en esta provincia, donde se ubica el 81 por ciento de las empresas del sector.

Esta concentración geográfica de empresas del sector constituye un claro ejemplo de organización de la actividad productiva en forma de clúster o distrito industrial. En él se dan la totalidad de elementos que definen un clúster tanto en sus aspectos cuantitativos, relacionados con la concentración geográfica de la actividad, como en los de carácter cualitativo, que hacen mención al conjunto de relaciones que se establecen entre sus integrantes. Esto le confiere un carácter único y es una de las claves de su competitividad a nivel mundial.

**Figura M.19. Localización del clúster en Castellón.**



Teniendo en cuenta esta información sobre la situación geográfica del sector cerámico español, se ha decidido construir la planta para el tratamiento de residuos en la localidad de Onda, ya que es una población que pertenece al clúster mencionado anteriormente, donde la industria cerámica predomina sobre cualquier otro tipo de sector.

Con la capacidad del sector en esta zona se asegura la disponibilidad de materias primas en la planta. En la Figura M.20. aparece una vista aérea del emplazamiento donde se va a construir la planta realizada a través del “Institut Cartogràfic Valencià”.

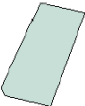
Se ha seleccionado un emplazamiento lo suficientemente grande que además está situado justo al lado de la carretera principal de Onda, lo cual facilita el acceso y la localización de la planta.

**Figura M.20. Vista aérea de la parcela donde ubicar la planta.**



Para localizar la parcela exactamente, conocer su geometría y la superficie exacta para elaborar los planos de las instalaciones se ha recurrido a la Sede Electrónica del Catastro. En la Figura M.21. se muestra el documento descargado de la Sede Electrónica del Catastro donde aparece dicha información. Por tanto, se dispone de una parcela de 6932 m<sup>2</sup>.

**Figura M.21. Datos catastrales de la parcela donde ubicar la planta.**

19/12/2017		Sede Electrónica del Catastro	
<b>Consulta y certificación de Bien Inmueble</b>			
▲ HASTA EL 01/07/2018, EL PROCEDIMIENTO DE REGULARIZACIÓN CATASTRAL ( <a href="http://www.catastro.minhap.es/esp/regularizacion_sec.asp">http://www.catastro.minhap.es/esp/regularizacion_sec.asp</a> ) ES DE APLICACIÓN EN EL MUNICIPIO EN EL QUE SE ENCUENTRA ESTE INMUEBLE			
<b>FECHA Y HORA</b>			
Fecha	19/12/2017		
Hora	18:54:12		
<b>DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE</b>			
Referencia catastral	9567503YK3296N0001WO		
Localización	AV MEDITERRANI 111 Suelo 12200 ONDA (CASTELLÓN)		
Clase	Urbano		
Uso principal	Suelo sin edif.		
<b>PARCELA CATASTRAL</b>			
			
Localización	AV MEDITERRANI 111 ONDA ( CASTELLÓN)		
Superficie gráfica	6,932 m <sup>2</sup>		

## **7. Modelo de negocio**

En este apartado se pretende establecer el modelo de negocio de la planta diseñada con la finalidad de determinar su viabilidad económica.

### **7.1. Estudio de viabilidad económica**

En este apartado se realizará un análisis económico del presente proyecto, teniendo en cuenta la inversión, los gastos y el beneficio obtenido.

En el estudio de viabilidad económica se ordena y sistematiza toda la información del proyecto referida a los aspectos monetarios con el objetivo de tomar la decisión de aceptación o rechazo del proyecto.

Para ello se analizarán cuatro indicadores económicos clásicos: la cuenta de resultados, el flujo de caja, el VAN y el TIR.

### **7.2. Inversiones**

En este apartado se calculará el capital necesario para construir la planta y dotarla de los equipos necesarios para su funcionamiento, lo que se denomina el presupuesto de ejecución por contrata (PEC). En el PEC se incluyen el presupuesto de ejecución material (PEM), los gastos generales, el beneficio industrial y el IVA.

$$PEC = PEM + \text{Gastos Generales} + \text{Beneficio Industrial} + \text{IVA}$$

Para calcular el presupuesto de ejecución material es necesario conocer el coste de los equipos que integran la planta, la obra civil y un capítulo de otros gastos en el que se incluyen: los costes de la realización de las pruebas iniciales de funcionamiento, licencias y permisos y un cajón de sastre para todos los elementos genéricos de la planta, (pala cargadora, tuberías, mobiliario de oficina, laboratorio, etc.).

$$PEM = \text{Equipos} + \text{Obra Civil} + \text{Otros}$$

#### **7.2.1. Cálculo del Presupuesto de ejecución material (PEM)**

En la Tabla M.21. se relacionan los equipos necesarios para llevar a cabo la instalación industrial propuesta, de acuerdo con los estudios previos realizados en este trabajo y el precio de los mismos a partir de los datos facilitados por el fabricante de los mismos.

**Tabla M.21. Presupuesto de la partida de equipos**

Elemento	Unidades	Precio unidad (€)	Precio total (€)
<b>Desintegrador</b>	1	56000	56000
<b>Molino de martillos</b>	2	55000	110000
<b>Separador magnético sólidos</b>	1	3610	3610
<b>Separador magnético suspensiones</b>	1	10410	10410
<b>Granulador</b>	1	350000	350000
<b>Secadero</b>	1	600000	600000
<b>Bomba centrífuga</b>	4	2782	11128
<b>Tamiz</b>	1	5300	5300
<b>Silos de almacenamiento y transporte de material</b>	32	35000	1100000
<b>TOTAL (€)</b>		2246448	

La segunda partida presupuestaria está formada por la obra civil y las instalaciones necesarias para que la planta a diseñar funcione correctamente. En la Tabla M.22. se muestra el presupuesto de construcción de la nave y la compra del terreno para realizar la construcción. Los costes de la compra del terreno donde ubicar la planta se han considerado a 70 €/m<sup>2</sup>, ya que es el precio correspondiente al valor del solar industrial de la localidad donde se pretende instalar la planta. El precio de la obra civil se ha considerado de 352 €/m<sup>2</sup>, incluyendo la instalación eléctrica, fontanería, etc., de acuerdo con la página web consultada.

**Tabla M.22. Presupuesto de la partida Obra Civil**

Elemento	Superficie (m <sup>2</sup> )	Coste (€)
<b>Parcela</b>	6932	485240
<b>Obra civil</b>	4678	1644784
<b>Total (€)</b>		2130024

Para la partida de otros se ha considerado un coste de 50000 euros ya que esta cantidad corresponde a aproximadamente un 1% de la suma del resto de partidas. En la Tabla M.23. se adjunta el presupuesto de ejecución de material.

**Tabla M.23. Presupuesto de ejecución de ejecución de material (PEM).**

Partida	Coste (€)
<b>Partida 1: Equipos</b>	2246448
<b>Partida 2: Obra civil</b>	2130024
<b>Partida 3: Otros</b>	50000
<b>TOTAL</b>	4426472

### 7.2.2. Cálculo del presupuesto de ejecución por contrata (PEC)

Para elaborar el presupuesto de ejecución por contrata, se han considerado unos gastos generales del 13%, el beneficio industrial se ha considerado del 6% y, además, el presupuesto total se calcula añadiendo el valor del I.V.A. (21% actualmente) (Tabla M.24.).

Tabla M.24. Presupuesto del ejercicio por contrata.

Elemento	Coste (€)
<b>Presupuesto Ejecución de Material (PEM)</b>	4426472
<b>Gastos Generales</b>	575441
<b>Beneficio Industrial</b>	265588
<b>IVA</b>	1106175
<b>PEC</b>	6373678

Por tanto, el valor del presupuesto final del proyecto “Diseño de una planta para producir un polvo granulado a partir de residuos cerámicos” asciende a 6373678 euros.

### 7.3. Gastos

El presupuesto de explotación detalla los gastos anuales previstos e incluye los gastos directos, los gastos indirectos y la amortización.

#### 7.3.1. Gastos directos

Los gastos directos son aquellos dependen de la producción. En este caso se han considerado, el coste de las materias primas, el consumo eléctrico, de combustible (gas natural), el transporte del producto final y el coste de personal.

#### Materias Primas

En la planta diseñada las materias primas son residuos de otras plantas, por lo que el coste debería ser muy bajo, a excepción del tiesto crudo, ya que puede recuperarse con facilidad

en algunas de las plantas de generación del residuo. Para la realización de los cálculos se ha considerado que el coste de las “materias primas” es de 5 euros/t para el tiesto crudo y de 2 euros/t para el resto de los residuos, asumiendo de este modo por parte de la planta diseñada los costes de transporte desde el origen del residuo hasta la planta de tratamiento. En la Tabla M.25. aparece el coste de las materias primas de acuerdo con el consumo previsto de cada una de ellas.

**Tabla M.25. Consumo de materia prima a tratar en la instalación.**

Material	Demanda (t/año)	Precio (€/t)	Total (€)
<b>Tiestos cocidos</b>	45000	2	225000
<b>Tiestos crudos</b>	45000	5	90000
<b>Rectificado en seco</b>	500	2	1000
<b>Lodos de rectificado y pulido de esmalte</b>	2000	2	4000
<b>Lodos de esmalte</b>	7500	2	15000
<b>TOTAL</b>			335000

### Consumo eléctrico

#### Desintegrador

El desintegrador que se utiliza en la instalación para realizar un proceso de pre-trituración es el desintegrador 125 del fabricante Verdés y, tiene una potencia de 20.5 kW. Por tanto, el consumo anual es de 75440 kWh por año.

$$20.5 \text{ kW} \cdot 16 \frac{\text{h}}{\text{día}} \cdot 230 \frac{\text{días}}{\text{año}} = 75440 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$$

#### Molinos de martillos

El molino de martillos que se ha seleccionado para instalar en la planta y encargarse de la molturación de los residuos es el molino de martillos 36 del fabricante Verdés y, tiene una potencia de 75 kW. Por tanto, el consumo anual es de 276000 kWh por año.

$$75 \text{ kW} \cdot 16 \frac{\text{h}}{\text{día}} \cdot 230 \frac{\text{días}}{\text{año}} = 276000 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$$

Como en la instalación se dispondrá de dos molinos de este modelo, el consumo eléctrico total anual que realizan estos molinos es de 552000 kWh por año.

$$276000 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} \cdot 2 = 552000 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$$

#### Separador magnético



El separador magnético seleccionado para instalar en la planta encargado de eliminar del proceso las partículas férricas es el separador magnético DMC 20 del fabricante Calamit y, tiene una potencia eléctrica de 0.8 kW. Por tanto, el consumo anual es de 2944 kWh por año.

$$0.8 \text{ kW} \cdot 16 \frac{\text{h}}{\text{día}} \cdot 230 \frac{\text{días}}{\text{año}} = 2944 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$$

En la planta se dispone de dos separadores magnéticos, uno para una corriente acuosa y otro para una corriente vía seca, en este caso el separador magnético para la corriente acuosa es el DMC 10 del fabricante Calamit, ya que la corriente a tratar es menor, pero tiene la misma potencia que el modelo DMC 20. Por tanto, el consumo eléctrico total es de 5888 kWh por año.

$$2944 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} \cdot 2 = 5888 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$$

#### Bomba

La bomba que se utiliza en la instalación para impulsar la corriente acuosa proveniente de la balsa de almacenamiento de lodos hasta el tamiz tiene una potencia de 2.2 kW. Por tanto, el consumo anual es de 8096 kWh por año.

$$2.2 \text{ kW} \cdot 16 \frac{\text{h}}{\text{día}} \cdot 230 \frac{\text{días}}{\text{año}} = 8096 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$$

En la planta se dispone de cuatro bombas para impulsar la corriente acuosa de la planta y mantener un caudal constante, una bomba se utilizará para desplazar el líquido desde la balsa de almacenamiento al tamiz, otra para impulsar el líquido obtenido tras la etapa de tamizado al depósito donde se incorporarán los residuos de tintas inkjet, otra para impulsar la corriente procedente de este depósito hasta el separador magnético y otra para llevar la corriente una vez sometida al proceso de separación magnética hasta el granulador instalado en la planta. Por tanto, el consumo eléctrico total debido al uso de las bombas es de 32384 kWh por año.

$$8096 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} \cdot 4 = 32384 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$$

#### Tamiz

El tamiz que se utiliza para la eliminación de partículas superiores a 156 µm en la instalación tiene una potencia eléctrica de 0.73 kW. Por tanto, el consumo eléctrico anual es de 2686.4 kWh por año.

$$0.73 \text{ kW} \cdot 16 \frac{\text{h}}{\text{día}} \cdot 230 \frac{\text{días}}{\text{año}} = 2686.4 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$$

### Granulador

El granulador que se va a utilizar en la planta posee una potencia eléctrica de 150.5 kW. Por tanto, el consumo eléctrico debido a este equipo es de 553840 kWh por año.

$$150.5 \text{ kW} \cdot 16 \frac{\text{h}}{\text{día}} \cdot 230 \frac{\text{días}}{\text{año}} = 553840 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$$

### Secadero

El secadero seleccionado para instalar en la planta posee una potencia eléctrica de 2.6 kW. Por tanto, el consumo eléctrico debido a este equipo es de kWh por año.

$$2.6 \text{ kW} \cdot 16 \frac{\text{h}}{\text{día}} \cdot 230 \frac{\text{días}}{\text{año}} = 9568 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$$

En la Tabla M.26. se anota el consumo eléctrico anual previsto de los equipos y el coste teniendo en cuenta un coste de la energía eléctrica de 0.084 €/kWh.

**Tabla M.26. Consumo eléctrico de los equipos.**

Equipo	Potencia (kW)	Consumo (kWh/año)	Coste (€/año)
<b>Desintegrador</b>	20.5	75440	6337
<b>Molino de martillos</b>	75	552000	46368
<b>Separador magnético</b>	0.8	5888	494.6
<b>Bombas</b>	2.2	24288	2040
<b>Tamiz</b>	0.73	2686	225
<b>Granulador</b>	150.5	553840	46522
<b>Secadero</b>	2.6	9568	803
<b>Total</b>			102792

### **Consumo de combustible**

El secadero es el único equipo de la instalación que precisa combustible, en este caso gas natural, para poder realizar su función. El consumo de combustible del secadero seleccionado para instalar en la planta es de 11 Nm<sup>3</sup>/t.

Por tanto, teniendo en cuenta las toneladas que se producen por hora en la instalación el volumen de gas utilizado por año es de 99360 m<sup>3</sup>.

$$11 \frac{Nm^3}{t} \cdot 27 \frac{t}{h} \cdot 16 \frac{h}{día} \cdot 230 \frac{días}{año} = 99360 \frac{Nm^3}{año}$$

Para calcular los kWh que aporta esta cantidad de gas natural se debe de utilizar el Poder Calorífico Superior de este y, se obtiene que 1 Nm<sup>3</sup> de gas natural equivale a 11.7 kWh, por tanto, los kWh anuales referentes al gas natural son por año.

$$99360 \frac{Nm^3}{año} \cdot 11.7 \frac{kWh}{m^3} = 1162512 \frac{kWh}{año}$$

Considerando un precio para el gas natural actualmente de 0.0494 €/ kWh, se obtiene un coste total de 57417 €/año.

### Personal

El gasto previsto en personal se presenta en la Tabla M.27. y se prevé que serán necesarios cuatro operarios por turno para encargarse del correcto funcionamiento de las instalaciones y asegurar la calidad del producto final, tres personas encargadas de temas administrativos, tres comerciales, un director de producción y un director de la empresa.

**Tabla M.27. Personal de la planta.**

Personal	Unidades	Salario anual por persona (€)	Total (€)
<b>Operario</b>	8	20000	120000
<b>Administrativo</b>	3	25000	50000
<b>Comercial</b>	3	30000	60000
<b>Director de producción</b>	1	50000	50000
<b>Director de empresa</b>	1	60000	60000
<b>Total</b>			435000

En la Tabla M.28. se recogen los gastos directos, donde se ha supuesto un total de 200000 €/año para el transporte del producto final granulado.

**Tabla M.28. Gastos directos**

Gastos directos	Gasto (€/año)
<b>Materias primas</b>	335000
<b>Electricidad</b>	102792
<b>Gas</b>	57417
<b>Personal</b>	435000
<b>Transporte</b>	200000
<b>Total</b>	1130209

### 7.3.2. Gastos indirectos

Los gastos indirectos hacen referencia a aquellos que no dependen de la cantidad de producto producido, como puede ser el consumo eléctrico del alumbrado, los gastos de mantenimiento, vehículos, seguros y otros (material de oficina, limpieza, agua sanitaria, etc.).

#### Alumbrado de la nave

Debido a la superficie de la nave se necesitarán 100 puntos de luz de 400 W cada uno, por tanto, se precisarán un total de 40 kW destinados solamente al alumbrado de la nave. Para la realización de este cálculo se considera que este consumo es constante durante todas las horas de funcionamiento de la planta, por tanto, el consumo es de 147200 kWh por año.

$$40 \text{ kW} \cdot 16 \frac{\text{h}}{\text{día}} \cdot 230 \frac{\text{días}}{\text{año}} = 147200 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$$

El consumo eléctrico del alumbrado de la nave considerando un coste de 0,084 €/kWh es de 12365 €/año.

#### Otros gastos indirectos

En este apartado se incluyen los gastos de mantenimiento, vehículos, seguros y otros (material de oficina, limpieza, agua sanitaria, etc.), todos estos se muestran en Tabla M.29.

**Tabla M.29. Otros gastos indirectos.**

Elemento	Coste (€/año)
<b>Vehículos</b>	15000
<b>Mantenimiento</b>	40000
<b>Seguros</b>	3000
<b>Otros</b>	12000
<b>Total</b>	70000

Por tanto, los gastos indirectos de la planta ascienden a 82365 €/año.

### 7.3.3. Amortizaciones

La amortización debe realizarse de acuerdo con las tablas de hacienda para cada concepto. Para los equipos que forman parte de la maquinaria el porcentaje de amortización anual se ha considerado del 12%, para el caso de la nave construida del 3% (edificios industriales) y para el resto (gastos generales, beneficio industrial, etc.) del 15%.

En la Tabla M.30. se muestran todos los gastos anteriores sobre los cuales se han aplicado las tasas de amortización.

**Tabla M.30. Amortizaciones.**

Inversión inicial	Euros (€)	Porcentaje amortización (%)	Amortización
<b>Equipos</b>	2246448	12	269574
<b>Obra civil</b>	2130025	3	63901
<b>Otros</b>	50000	15	7500
<b>Gastos generales</b>	575442	15	86316
<b>Beneficio industrial</b>	265588	15	39838
<b>Total</b>	<b>6386173</b>		<b>467129</b>

Finalmente, en la Tabla M.31. se recoge un resumen de los gastos.

**Tabla M.31. Gastos.**

	Gasto (€/año)
<b>Gastos directos</b>	1130209
<b>Gastos indirectos</b>	82365
<b>Amortización</b>	467129
<b>Total</b>	1679703

#### **7.4. Beneficio**

Una vez conocidos los gastos hay que conocer los ingresos por ventas para así calcular los beneficios. Los ingresos por ventas dependerán de la cantidad de producto producida (100000 t/año) y de su precio de venta.

Para establecer el precio de venta del polvo granulado fabricado se ha tomado como referencia el precio actual de venta del polvo atomizado rojo que, según diversas empresas del sector consultadas, se encuentra alrededor de 38 €/t. El producto fabricado en la instalación diseñada debe ser más barato que el polvo atomizado, puesto que sus características técnicas (fluidez, dureza de gránulo, etc.) serán peores, el producto final al que va destinado (pavimento urbano) es de bajo valor añadido comparado con las baldosas cerámicas y está fabricado íntegramente por residuos. Por todo ello se ha considerado que el precio de venta del polvo granulado producido será el 65% del polvo atomizado rojo, estableciéndose en 24.7 €/t.

## 7.6. Viabilidad económica

Para analizar la viabilidad económica de la planta se calculará la cuenta de resultados esperada y el flujo neto de caja desde el año 0 hasta el año 6, el VAN y el TIR. Para el cálculo de estos parámetros es necesario fijar una serie de parámetros.

Durante los dos primeros años se estima que no se alcanzará el máximo de la producción total de la planta, sino que se irá aumentando conforme la planta vaya funcionando a lo largo del tiempo ya que se trata de un producto muy novedoso y no se sabe con certeza cómo será su introducción en el mercado. Durante los dos primeros años se producen 50000 y 70000 t/año, llegándose al tercer año a la producción nominal de la planta (100000 t/año), que se mantiene durante los siguientes años.

Para todos los cálculos realizados se ha considerado un índice de precios al consumo (IPC) anual del 2.5%.

Para la financiación de la inversión se ha considerado que el banco concede un préstamo del 70% de la inversión inicial, con un interés del 3% y que la deuda se debe de pagar en los 6 años para los que se ha realizado la proyección, incluyendo aquí el año 0 donde se llevaría a cabo la puesta en marcha de la instalación. En la Tabla M.32. aparece esta información de una forma más explícita.

**Tabla M.32. Acuerdos bancarios.**

<b>Inversión</b>	6386173
<b>% Financiación</b>	70%
<b>Préstamo</b>	4470321
<b>Años</b>	6
<b>Tipo interés</b>	3%

Así pues, en la Tabla M.33. se muestra el capital inicial de cada año proyectado (la cantidad que se le debe al banco) y la cuota total a pagar anualmente a este, la cual está dividida en una parte que representa el interés y otra que representa la amortización, por tanto, como al banco hay que pagarle una mayor cantidad de intereses al principio, estos irán descendiendo con el paso de los años.

**Tabla M.33. Cuota anual a pagar al banco.**

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>Capital inicial</b>	4470321	3779221	3067387	2334199	1579015	801175
<b>Cuota</b>	-825210	-825210	-825210	-825210	-825210	-825210
<b>Interés</b>	-134110	-113377	-92022	-70026	-47370	-24035
<b>Amortización</b>	-691101	-711834	-733189	-755184	-777840	-801175
<b>Capital final</b>	3779221	3067387	2334199	1579015	801175	0

### 7.6.1. Cuenta de resultados

En la Tabla M.34. se anotan las cuentas de resultados desde el año 0 hasta el año 6. En la misma se han calculado el margen bruto (ventas menos coste de materias primas (aprovisionamiento)), el EBITDA (beneficio de la empresa sin tener en cuenta los gastos de amortización, impuestos e intereses), el beneficio antes de impuestos (BAI) y el beneficio después de impuestos (BDI). Para el cálculo de los beneficios se ha considerado que el impuesto de sociedades a pagar es del 25%.

**Tabla M.34. Cuenta de resultados.**

Cuenta de resultados	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
<b>Importe de ventas</b>	-	1235000	1772225	2595044	2659920	2726418	2794578
<b>Aprovisionamientos</b>	-	-167500	-240363	-351959	-360758	-369777	-379022
<b>Margen bruto</b>	-	1067500	1531863	2243084	2299161	2356641	2415557
<b>Costes directos</b>	-	-347604	-498812	-730403	-748664	-767380	-786565
<b>Costes fijos</b>	-	-82847	-84918	-87041	-89217	-91447	-93734
<b>Gasto de personal</b>	-	-435000	-445875	-457022	-468447	-480159	-492163
<b>EBITDA</b>	-	<b>202049</b>	<b>502257</b>	<b>968618</b>	<b>992834</b>	<b>1017654</b>	<b>1043096</b>
<b>Amortización</b>	-	-467129	-467129	-467129	-467129	-467129	-467129
<b>Resultado explotación</b>	-	-265080	35128	501489	525705	550525	575967
<b>Resultado financiero</b>	-134110	-113377	92022	-70026	-47370	-24035	-
<b>BAI</b>	-134110	-378457	-56893	431463	478334	526490	575967
<b>Impuesto sociedades</b>	33527	94614	14223	-107866	-119584	-131623	-143992
<b>BDI</b>	<b>-100582</b>	<b>-283842</b>	<b>-42670</b>	<b>323597</b>	<b>358751</b>	<b>394868</b>	<b>431975</b>



Como se puede concluir de la Tabla M.34. la empresa ganaría dinero a partir del quinto año, como se ha citado anteriormente, durante el año 0, no habría actividad de la empresa, pero se deberán de abonar los intereses correspondientes al banco. También hay que tener en cuenta que al no tener beneficios hasta el año 5, a efectos contables de hacienda no se deberían de abonar los correspondientes impuestos y que en el año 6 la empresa ya ha pagado toda la deuda al banco.

En la Tabla M.35. se anotan el porcentaje correspondiente al EBITDA y el porcentaje de los beneficios después de impuestos respecto a la facturación de la empresa.

**Tabla M.35. Parámetros principales de la cuenta de resultados (%).**

Año	1	2	3	4	5	6
<b>EBITDA (%)</b>	16.4%	28.3%	37.3%	37.3%	37.3%	37.3%
<b>BDI (%)</b>	-23.0	-2.4	12.5	13.5	14.5	15.5

### 7.6.2. Flujo de Caja (FC)

El flujo de caja (FC) hace referencia a los flujos económicos de entrada y salida en un periodo dado en una empresa. Es decir, se trata del dinero que posee la empresa en un momento determinado, sin tener en cuenta las cuentas pendientes de pago o de cobro por otras empresas.

Para poder definir este parámetro es necesario describir de antemano el “Working Capital”, el cual hace referencia a todos los costes asociados al producto final, es decir, costes de la materia prima, costes directos y los costes del personal que está ligado a la producción como los propios operarios de la planta. En la Tabla M.36. aparecen dichos gastos.

**Tabla M.36. Working Capital.**

Working Capital	
<b>Materia prima</b>	9.5 €/t
<b>Costes directos</b>	6.9 €/t
<b>Personal</b>	3.2 €/t
<b>Total</b>	19.6 €/t

Una vez definido el “Working Capital”, se deben determinar los costes asociados a las cuentas que la empresa tiene pendientes de pago con los proveedores, las cuentas

pendientes de cobro con los clientes y el precio de la cantidad de producto final fabricado que todavía no se ha vendido y está generando costes a la empresa.

Para ello se deben definir la rotación (tiempo que tarda el material producido venderse, y hasta entonces permanece en esta), el periodo medio de cobro (PMC, tiempo que la empresa tarda en recibir el importe de una venta realizada) y el periodo medio de pago (PMP, tiempo que la empresa tarda en efectuar un pago a un proveedor).

Así pues, en la Tabla M.37. aparecen los días establecidos para cada parámetro para cada año proyectado, intentando que se acerquen lo máximo posible a la realidad, ya que estas variables se pueden establecer por acuerdos entre las empresas.

**Tabla M.37. Rotación, PMC y PMP.**

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Rotación	30	30	30	30	30	30
Cobro (PMC)	90	90	90	90	90	90
Pago (PMP)	60	60	60	60	60	60

Se sabe que para cada uno de estos parámetros existen las siguientes fórmulas:

$$ROT = \left( \frac{\text{existencias}}{\text{unidades} \cdot \text{costes}} \right) \cdot 365$$

$$PMC = \left( \frac{\text{clientes}}{\text{ventas} \cdot IVA} \right) \cdot 365$$

$$PMP = \left( \frac{\text{proveedores}}{\text{compras} \cdot IVA} \right) \cdot 365$$

Así pues, teniendo en cuenta el “Working Capital” de la Tabla M.37. y las ecuaciones anteriores se ha obtenido para cada año proyectado el precio que cuesta mantener el producto final generado que todavía no se ha vendido, el valor de las cuentas pendientes de pago a los proveedores y las cuentas pendientes de cobro de los clientes de forma anual para cada año proyectado, los cuales se muestran en la Tabla M.38.

**Tabla M.38. Precio de la rotación, de los clientes, y de los proveedores.**

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Existencias	80659	112922	161318	161318	161318	161318
Clientes	522123	749247	1097112	1124539	1152653	1181469
Proveedores	179848	251326	360593	369608	378848	388319

Una vez calculados estos valores, se tiene en cuenta el IVA de la inversión inicial calculado en el presupuesto (el cual hacienda devolvería a la empresa el primer año de producción) y el CAPEX (inversión inicial) para calcular cuál debe ser la aportación de los socios para poder disponer de dinero con el que afrontar los gastos.

Se obtiene que para que la caja del ejercicio del año 0 no sea negativa, los inversores deben realizar una inversión de 3 millones de euros.

Así pues, el sexto año, una vez se ha terminado de pagar la deuda del banco y se consigue vender toda la producción se obtiene un flujo de caja de 561740€ para ese año, el cual será el mismo para los años posteriores si no se realiza ninguna modificación en el proceso como aumento de personal o de producción o si no hay variaciones en el precio del producto final, es decir, si el proceso trabaja en las mismas condiciones. En la Tabla M.39. se muestran todos los datos calculados que se han explicado anteriormente para cada año proyectado.

**Tabla M.39. Cálculo del flujo de caja anual.**

Cash Flow	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
EBITDA	-	202049	502257	968618	992834	1017654	1043096
Working Capital	-	813648	-137499	-210102	-13541	-13880	-14227
Existencias	-	-55488	-22195	-33293	-	-	-
Clientes	-	-368470	-160284	-245493	-19356	-19840	-20336
Proveedores	-	118935	44980	68684	5815	5960	6109
IVA		118671					
CAPEX	-6386173	-116782	-55710	-233564	-467129	-467129	-467129
Aportación socios	3000000	-	-	-	-	-	-
Caja al servicio de la deuda	-3386173	898914	209049	524952	512163	536646	561740
Pagos/disposición financiación	3779221	-711834	-733189	-755184	-777840	-801175	-
Gastos financieros	-134110	-113377	-92022	-70026	-47370	-24035	-
Caja del ejercicio	258938	73704	-616161	-300259	-313047	-288564	561740
Caja inicial	-	258938	332642	-283519	-583778	-896825	-1185389
Caja acumulada	258938	332642	-283519	-583778	-896825	-1185389	-623649

### 7.6.3. Valor Actual Neto (VAN)

El Valor Actual Neto es un indicador de la rentabilidad de un proyecto y mide los flujos de los futuros ingresos y gastos que tendrá un proyecto, para determinar, si luego de descontar la inversión inicial, quedaría alguna ganancia. Si el resultado es positivo, el proyecto es viable.

Para la realización de su cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$VAN = -I_o + \sum_{n=1}^{n=5} \frac{FC}{(1 + i_r)^n}$$

Donde:

$I_o$  → *Inversión inicial*

$n$  → *Año de la proyección a considerar*

$FC$  → *Flujo de caja en un determinado año  $n$*

$i_r$  → *Tipo de interés*

En este caso se va a aplicar una tasa de descuento del 8%, ya que según la comisión nacional del mercado de competencia es la que se fija para este tipo de proyectos.

Como la proyección del proyecto solo llega hasta el año 6, se considera que el flujo de caja para los años futuros es el mismo que en ese caso, como se ha comentado en el apartado anterior y, por tanto, el valor del VAN teniendo en cuenta cualquier año posterior a la proyección ascendería a 3588424€.

### 7.6.4. Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es la tasa interna de interés o rentabilidad que ofrece una inversión, es decir, es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión. La tasa de retorno se calcula haciendo 0 el VAN, e interesa llevar a cabo aquellos proyectos cuyo TIR sea superior al interés normal del dinero y además cuanto mayor sea el TIR más viable es el proyecto.

Para hallar el TIR del proyecto se utiliza la siguiente ecuación:

$$0 = -I_0 + \sum_{n=1}^{n=5} \frac{FC}{(1 + TIR)^n}$$

Donde:

$I_0 =$  Inversión inicial

$n =$  año del horizonte a considerar

$FC =$  Flujo de caja en un determinado año  $n$

A continuación, en la Tabla M.40. se muestran los valores del TIR obtenidos para la inversión que deberían de hacer los inversores para sacar adelante el proyecto.

**Tabla M.40. Intereses obtenidos para la inversión.**

	Interés	Inversión
TIR	8.7%	3000000

Por tanto, en el caso de que se invirtieran en la empresa 3 millones de euros, estos tendrían una rentabilidad del 8.7%.

### 7.6.5. Conclusión

Una vez realizado el estudio de viabilidad económica y obtenidos los dos indicadores económicos principales (VAN y TIR), que se muestran en la Tabla M.41., se puede llegar a la conclusión de que el proyecto es totalmente viable. Esto se debe a que el valor del VAN es positivo y el TIR es bastante alto.

**Tabla M.41. Resumen de indicadores económicos.**

VAN	TIR (%)
3588424	8.7

## **8. Disposiciones legales, normas y bibliografía**

### **8.1. Disposiciones legales y normas aplicadas**

Durante la realización del presente proyecto se han tenido presentes las siguientes normas:

-Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

-Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

-Ley 10/98, de Residuos. Regula la producción y la gestión de los residuos.

-Ley 10/2000, de Residuos de la Comunidad Valenciana.

-Orden de 18 de octubre de 1976, sobre prevención y corrección de la contaminación industrial de la atmósfera.

-Ley 7/2002, de la Generalitat Valenciana de Protección contra la Contaminación Acústica.

-UNE-EN ISO 5455 - Dibujos técnicos. Escalas. (ISO 5455: /979).

-UNE-EN ISO 3098-0 - Documentación técnica de productos. Escritura.

-UNE 1032 - Dibujos técnicos. Principios generales de representación.

-UNE 157001-2014, “Criterios generales para la elaboración de los documentos que constituyen un proyecto técnico”.

-Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. BOE nº269 10/11/1995.

-Real decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. BOE nº 27 31/01/1997.

-Real decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción. BOE nº 71 23/03/2010.

## 8.2. Bibliografía

La bibliografía utilizada durante la realización de este proyecto es la siguiente:

- [1] J.E. Enrique, E. Monfort, G. Busani, G. Mallol. Reciclado de aguas residuales en la fabricación de baldosas cerámicas.
- [2] E. Monfort, J. García-Ten, P. Velasco, M. Monzó, S. Mestre, J. C. Jarque. Reciclado de tiesto en composiciones de pavimento y revestimiento rojo (I).
- [3] E. Monfort, J. García-Ten, P. Velasco, M. Monzó, S. Mestre, J. C. Jarque. Reciclado de tiesto en composiciones de pavimento y revestimiento rojo (Y II).
- [4] A. Blasco, F. Ginés, J. C. Jarque, E. Monfort. Adición de fangos reciclados a composiciones de pavimento y revestimientos cerámicos (I).
- [5] A. Blasco, F. Ginés, J. C. Jarque, E. Monfort. Adición de fangos reciclados a composiciones de pavimento y revestimientos cerámicos (Y II).
- [5] J. E. Enrique, E. Monfort. Situación actual y perspectivas de futuro de los residuos de la industria azulejera.
- [6] Apuntes de la asignatura EQ1031: “Proyectos de Ingeniería”.
- [7] Manual de prevención de impactos ambientales en la industria de baldosas cerámicas (ISBN: 84-482-3124-4).

Además, también se han utilizado las siguientes páginas web:

<http://www.qualicer.org/recopilatorio/ponencias/pdfs/0063307s.pdf>

<http://www.qualicer.org/recopilatorio/ponencias/pdfs/08%20PON%20ESP.pdf>

<https://www.ascer.es/verDocumento.ashx?documentoId=10429&tipo=pdf>

<https://www.ascer.es/>

<http://www.icv.gva.es/ca/inicio>

<http://www.five.es/productos/herramientas-on-line/modulo-de-edificacion/>

[http://www.agenciatributaria.es/AEAT.internet/Inicio/\\_Segmentos\\_/Empresas\\_y\\_profesionales/Empresas/Impuesto\\_sobre\\_Sociedades/Periodos\\_impositivos\\_a\\_partir\\_de\\_1\\_1\\_2015/Base\\_imponible/Amortizacion/Tabla\\_de\\_coeficientes\\_de\\_amortizacion\\_lineal\\_.sh](http://www.agenciatributaria.es/AEAT.internet/Inicio/_Segmentos_/Empresas_y_profesionales/Empresas/Impuesto_sobre_Sociedades/Periodos_impositivos_a_partir_de_1_1_2015/Base_imponible/Amortizacion/Tabla_de_coeficientes_de_amortizacion_lineal_.sh)  
[tml](http://www.agenciatributaria.es/AEAT.internet/Inicio/_Segmentos_/Empresas_y_profesionales/Empresas/Impuesto_sobre_Sociedades/Periodos_impositivos_a_partir_de_1_1_2015/Base_imponible/Amortizacion/Tabla_de_coeficientes_de_amortizacion_lineal_.sh)

### **8.3. Programas empleados**

-Microsoft Excel 2013. Para la realización de todos los cálculos necesarios para la elaboración del presente proyecto.

-Microsoft Word 2013. Para redactar todos los documentos pertinentes de este proyecto.

-AutoCAD 2017. Para la realización de los planos.

-Microsoft Project. Para la elaboración de la planificación del proyecto.

-Cype. Para la elaboración del pliego de condiciones.

-SketchUp. Para la elaboración de las vistas 3D de la nave.

### **8.4. Plan de gestión de la calidad**

Todos los materiales que se empleen en la realización de las obras deberán cumplir las condiciones que se establezcan en todos los documentos que forman parte del presente proyecto.



### **9. Orden de prioridad de los documentos básicos**

Según lo establecido por la norma española: UNE 157001-Febrero 2002, se requiere el siguiente orden de prioridad entre los documentos básicos:

1. Memoria
2. Planos
3. Pliego de condiciones

## 10. Planificación

En el presente punto se expone la planificación de las obras e instalaciones necesarias en la planta sin entrar en detalles específicos de cada fase. La planificación del proyecto es necesaria para que el proyecto se pueda finalizar en el tiempo requerido con los recursos disponibles. Además, la planificación permite tener una visión de cómo irá evolucionando el proyecto.

Para realizar la planificación del proyecto hay que tener en cuenta las tareas que se van a realizar durante la realización del proyecto, la duración de estas y las interrelaciones y dependencias entre cada una de ellas.

Las actividades en las que se puede dividir el proyecto son las siguientes:

- 1) Adecuación del terreno – 20 días
- 2) Obra civil de la nave industrial – 200 días
- 3) Instalación de los equipos en la planta – 80 días
- 4) Conexiones ente equipos – 20 días
- 5) Instalaciones eléctrica y fontanería – 20 días
- 6) Automatización de los equipos – 20 días
- 7) Puesta en marcha de la instalación y comienzo del periodo de pruebas – 30 días

En la Figura M.8. se muestran las actividades del proceso y la duración de estas, y en la Figura M.9. se muestra el diagrama de Gantt, realizado mediante el programa Microsoft Project, que muestra la planificación del proyecto.

**Figura M.8. Planificación de las actividades del proyecto y su duración.**









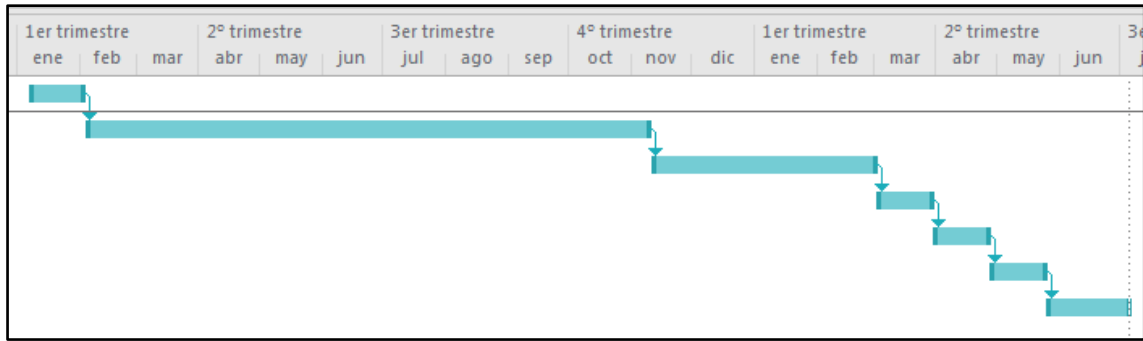
		Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
1			Adecuación del terreno	20 días	lun 08/01/18	vie 02/02/18	
2			Obra civil de la nave industrial	200 días	lun 05/02/18	vie 09/11/18	1
3			Instalación de los equipos en la planta	80 días	lun 12/11/18	vie 01/03/19	2
4			Conexiones ente equipos	20 días	lun 04/03/19	vie 29/03/19	3
5			Instalaciones eléctricas y fontaneria	20 días	lun 01/04/19	vie 26/04/19	4
6			Automatización de los equipos	20 días	lun 29/04/19	vie 24/05/19	5
7			Puesta en marcha de la instalación y comienzo del periodo de pruebas	30 días	lun 27/05/19	vie 05/07/19	6

Figura M.9. Diagrama de Gantt.



La planificación anterior se ha llevado a cabo teniendo presente los posibles problemas que pueden surgir durante la obra del proyecto, como pueden ser problemas en la llegada de materiales, equipos, dificultades meteorológicas, etc.

Una vez realizada toda la planificación se observa que la duración estimada del proyecto es de 390 días con una jornada laboral de 8 horas diarias. El proyecto se estima que se iniciaría el 8/1/2018 y se prevé que finalice el 05/07/2019.





## 3. Anexos



## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: CATÁLOGOS.....	1
1.1. Desintegrador.....	1
1.2. Molino de martillos.....	3
1.3. Separador magnético.....	5
1.4. Tamiz .....	6
1.5. Granulador .....	7
1.6. Secadero.....	9
ANEXO 2: ASPECTOS DE SEGURIDAD Y SALUD .....	11
2.1. Polvo .....	11





## ANEXO 1: CATÁLOGOS

En este anexo se muestran las páginas de los catálogos donde aparecen los equipos que componen la instalación de tratamiento de residuos cerámicos para obtener un polvo granulado con el fin de justificar y aclarar los conceptos explicados en el presente proyecto.

### 1.1. Desintegrador

#### DESINTEGRADORES - DESINTEGRATEURS

##### DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

- Pulsador de parada de emergencia
- Protector de poleas

##### DISPOSITIFS DE SÉCURITÉ

- Bouton-poussoir d'arrêt d'urgence
- Protecteur de poulies

##### OPCIONALES Y ACCESORIOS

- Tolvas de carga y recogida
- Pasarelas de acceso e inspección
- Equipo de rectificado para el cilindro liso (modelos 127 y 128)
- Repartidora
- Sistema de detección de llegada de material

##### DISPOSITIFS EN OPTION ET ACCESSOIRES

- Trémies de chargement et de ramassage
- Passerelles d'accès et d'inspection
- Equipement à rectifier pour le cylindre lisse (modèles 127 et 128)
- Distributeur
- Système de détection d'arrivée d'argile



#### RECAMBIOS - PIÈCES DE RECHANGE



- Cuchillas
- Lames



- Rasquetas
- Raclours



- Camisas
- Frettes



- Protectores reversibles de cilindros
- Protecteurs réversibles de cylindres



**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS - CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES**

		MODELO - MODÈLE					
		123 B	124 B	125	126	127 B	128
<b>Diámetro x ancho cilindro fijo</b> Diamètre x largeur cylindre fixe	mm	500 x 460	600 x 550	800 x 600	800 x 800	1,000 x 1,000	1,000 x 1,200
<b>Diámetro x ancho cilindro cuchillas</b> Diamètre x largeur cylindre lames	mm	280 x 460	340 x 550	450 x 600	525 x 800	660 x 1,000	660 x 1,200
<b>Velocidad de los cilindros</b> Vitesse des cylindres	r.p.m t/m	174 / 767	143 / 653	111 / 587	80 / 579	84 / 550	115 / 500
<b>Producción</b> Production	m <sup>3</sup> /h	9-12	12-15	22-30	40-55	75-120	100-160
<b>Potencia necesaria (2 motores)</b> Puissance requise (2 moteurs)	KW	3 + 7,5	4 + 11	5,5 + 15	11 + 30	18,5 + 55	30 + 75
<b>Peso aproximado</b> Poids environ	kg	1.300	1.800	3.200	4.300	8.300	10.700



Los equipos estándar y opcionales presentados pueden variar según la demanda y regulaciones de cada país. Las ilustraciones pueden mostrar equipos que no son estándar o que no son mencionados en este catálogo. Talleres Felipe Verdés S.A. se reserva el derecho de modificar sin previo aviso las especificaciones de sus máquinas, accesorios y servicios, sin incurrir con ello en ninguna clase de obligación o responsabilidad relacionada con dichos cambios.

Les équipements standard et optionnels présentés peuvent varier en fonction de la demande et de la réglementation de chaque pays. Les illustrations peuvent représenter des équipements qui ne sont pas standard ou qui ne sont pas mentionnés dans ce catalogue. Talleres Felipe Verdés S.A. se réserve le droit de modifier sans préavis les spécifications de ses machines, accessoires et services, sans qu'il ne découle de ces changements aucun type d'obligation ou de responsabilité.

## 1.2. Molino de martillos

### MODELOS ESPECIALES / СПЕЦИАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ



#### 035AE

Molino diseñado para trabajar con alimentación continua por gravedad, y especialmente adecuado para la trituración de materiales muy abrasivos y de alta dureza.

- Sistema de apertura con husillo mecánico.
- Martillos oscilantes.
- Posibilidad de trabajar con cribas o barroteas.

*Предназначен для работы с гравитационными системами загрузки в режиме непрерывной подачи материала. Прекрасно подходит для помола высокоабразивных и твердых материалов.*

- Система открытия при помощи механического винта.
- Колеблющиеся молотки.
- Возможно использовать грохоты или колосники.

#### 036D

Diseñados para instalaciones de menor producción. Se diferencian principalmente de la serie V en:

- Sistema de apertura electro-mecánico mediante husillo.
- Extracción lateral de cribas.
- Motor de acoplamiento directo al rotor.

*Разработаны для линий с меньшей производительностью. Главные отличия от моделей серии V:*

- Электромеханическая система открытия корпуса при помощи винта.
- Боковая выемка грохотов.
- Прямое соединение двигателя и ротора.



## DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD / ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

### Dispositivos de seguridad

- Señal acústica de elevación y descenso
- Detector de apertura y cierre del cuerpo superior
- Sistema de bloqueo anti-cierre del cuerpo superior
- Protecciones para la polea y el volante de inercia integrados
- Bloqueo de puesta en marcha en modo apertura



Todos los equipos cumplen con la normativa CE de seguridad.

### Приспособления для обеспечения безопасности

- Акустическое оповещение при подъеме и спуске верхней части корпуса
- Датчик открытия/ закрытия верхней части корпуса
- Блокировка закрытия верхней части корпуса
- Интегрированная защита для шкивов и маховика
- Блокировка пуска при открытом корпусе



Все оборудование соответствует нормам безопасности ЕС.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS / ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Modelo / Модель		035-AE	036-D	037-IB	038-UB	039-UB
<b>Diámetro rotor</b> Диаметр ротора	mm / MM	525	650	1.100	1.100	1.100
<b>Ancho útil molinda</b> Полезная ширина помола	mm / MM	670	640	640	1.200	1.600
<b>Número de cribas 90° x ancho</b> Число грохотов 90° x ширину	mm / MM	2 x 670	2 x 640	2 x 640	4 x 600	4 x 800
<b>Martillos</b> Молотки	cent. / Кол-во	24	16	16	24	32
<b>Husillos de alimentación</b> Питающие винты	cent. / Кол-во	0	2	3	4	6
<b>Potencia motor (1500 r.p.m.)</b> Мощность двигателя (1500 об./мин)	kW / кВт	30	75	132	160	250
<b>Producción</b> Производительность	t/h / т/ч	7,5 - 15	10 - 20	20 - 35	35 - 55	55 - 80
<b>Peso aproximado (sin motor)</b> Масса, приблизительно (без двигателя)	kg / кг	2.100	3.400	6.500	10.700	13.000



Los equipos estándar y opcionales presentados pueden variar según la demanda y regulaciones de cada país. Las ilustraciones pueden mostrar equipos que no son estándar o que no son mencionados en este catálogo. Talleres Felipe Verdés, S.A. se reserva el derecho de modificar sin previo aviso las especificaciones de sus máquinas, accesorios y servicios, sin incurrir con ello en ninguna clase de obligación o responsabilidad relacionada con dichos cambios.



Характеристики как стандартного, так и дополнительного оборудования, приведенного в настоящем каталоге, могут быть изменены в соответствии с требованиями законодательства в каждой конкретной стране, куда осуществляется поставка. Изображения, приведенные в данном каталоге, могут содержать нестандартное либо дополнительное оборудование. АО «Фалькрас Фабрика Вердес, С.А.» оставляет за собой право без предварительного уведомления изменять технические характеристики машин, вспомогательного оборудования, условия предоставления услуг.

### 1.3. Separador magnético

## Tubazioni magnetiche Art. 653



### Tubazioni magnetiche circolari tipo DMC

I deferrizzatori DMC vengono utilizzati dove vi sono trasporti in condotta di granaglie, farine, polveri ecc. La pulizia del nucleo è particolarmente veloce grazie allo sportello apribile equipaggiato di cerniere a chiusura rapida. Completo di flangie per eventuale fissaggio. Su richiesta Calamit realizza qualunque formato.



### Tuberías magnéticas circulares tipo DMC

Los desferrizadores DMC se utilizan donde hay transportes de tubería de áridos, harinas, polvos, etc. La limpieza del núcleo es muy rápida gracias a la ventanilla que se puede abrir equipada con cremalleras de cierre rápido. Equipado con bridas para una posible fijación. A petición del cliente Calamit realiza cualquier tipo de formato.



### Tuyautage magnétiques circulaires type DMC

Les déferrisateurs DMC sont employés en cas de transport de grains, farines, poudres etc. dans des conduites. Le noyau peut être nettoyé très aisément grâce à la porte équipée de charnières à fermeture rapide qui est fixée par des brides. Tout format peut être Calamit réalisé sur demande de tout format.



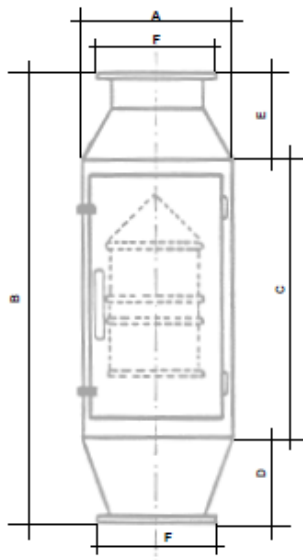
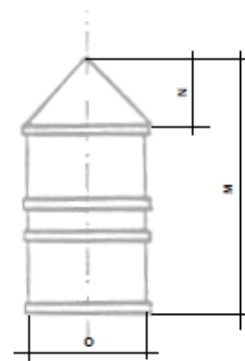
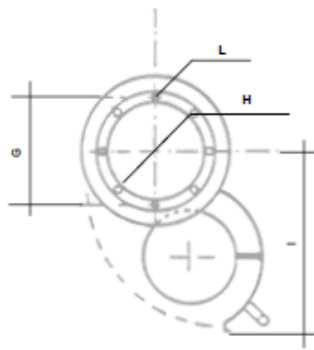
### Magnetic pipes type DMC

DMC deferrizers are used for pipes conveying middlings, flours, powders etc. It is provided with a quick release hinged door that allows a quick cleaning of the core. It is equipped with locking flanges too. Any format available upon request.



### Kreisförmige magnetische Röhre Typ DMC

Die Enteisener DMC werden dort verwendet, wo Transporte in Leitungen von Getreide, Mehl, Staub usw. erfolgt. Die Reinigung des Stückes ist sehr schnell, sie erfolgt durch eine Klappe, die mit Scharnier und Schnellverschluß ausgestattet ist. Komplet mit Flansch für eventuelle Befestigung. Auf Wunsch wird jedes beliebige Format angefertigt.



mm	DMC 10	DMC 15	DMC 20	DMC 25	DMC 30
A	220	275	345	430	500
B	570	680	800	965	*
C	370	420	520	580	640
D	130	150	170	278	*
E	70	100	100	107	*
F	170	220	270	320	400
G	120	170	225	296	*
H	100	150	200	250	300
I	440	550	690	810	*
L	6	6	8	10	*
M	215	249	335	340	376
N	35	45	63	78	*
O	112	145	200	265	300
mc/h	16	24	40	60	84

\* En su caso particular serán medidas a establecer en el diseño constructivo que determinará el acoplamiento de la tubería magnética con el detector de metales.

## 1.4. Tamiz



Vibrating sieves for Liquids

### VLM 900 - 1200 - 1500 - 2000 1-3X

1-3 decks



The VLM line is a circular screener typically used for the separation of materials contained in liquids; used for dewatering, slurry processing, waste oil filtration, waste water processing or liquid solid separation. The units can operate with material with a temperature of up to 200 °C. The VLM line is very similar to the VLB line but the VLM has a side-round outlet in order to achieve greater capacity. Like the VLB model, the weights can be adjusted to allow the material to remain on the mesh for longer for a more efficient screening. The motor operates at 1,500 rpm to optimise separation and constantly self-clean the mesh. This design minimises down time for cleaning and thereby maximises productivity. Reliability and high quality are the main characteristics for this line.

#### MAIN ACCESSORIES

- Cover with inspection hole.
- Mesh cleaning system.
- ATEX certified.
- FDA compliant.
- Mobile trolley (up to VLM 1200).
- Quick-release band clamps.
- AISI 316 stainless steel manufacturing.
- Polyurethane coating.
- Washing system with nozzles.

#### ADVANTAGES

- High efficiency.
- Versatile in its application to all process lines for all major industries.
- High reliability due to its solid structure.
- Multiple-deck separation.
- Higher capacity than the VLB line.
- 2 year warranty\*.

#### USE

- Screening particles in liquids and dewatering solids.

#### DESIGN CHARACTERISTICS

- Higher sieve deck to prevent liquids from splashing (on request)
- Spreader (on request).
- Parts in contact with product in AISI 304.
- Fixed base, with option to mount on wheels.
- Electric vibrating motor operating at 1,500 RPM, IP 65.
- Ring clamping system.

TECHNICAL CHARACTERISTICS	VLM 900	VLM 1200	VLM 1500	VLM 2000
Electrical Power (kW)	0.73	1.25	1.5	4.25
Centrifugal force (kg)	850	1,750	2,300	6,000
Sieving decks	1 - 3	1 - 3	1 - 3	1 - 3
Mesh surface (m <sup>2</sup> )	0.587	0.932	0.575	2.7

\*(consumable items not included)

## 1.5. Granulador



[www.lb-technology.eu](http://www.lb-technology.eu)

# GRC

**Granulatore continuo**  
Continuous granulator





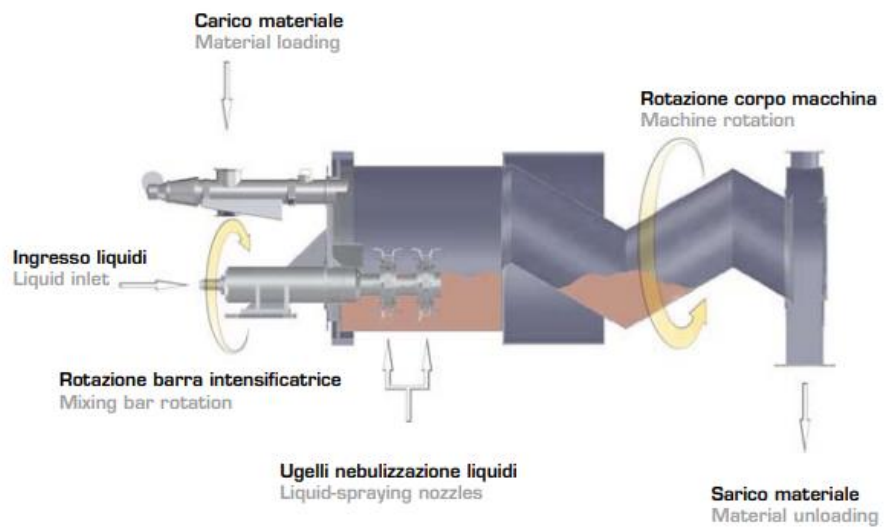
# GRC

GRC è un granulatore orizzontale ad esercizio continuo. Versatile ed affidabile, viene impiegato per diverse attività produttive nel settore chimico, minerario, ceramico ed in altri comparti industriali. La macchina è costituita da un corpo mobile rotante installato su un solido basamento statico. Il corpo rotante è diviso in due parti distinte. La prima, all'interno della quale avviene il carico del materiale da trattare, consiste in una botte cilindrica all'interno della quale viene alloggiata una speciale barra intensificatrice. In questa sezione, grazie ad una serie di ugelli nebulizzatori, viene introdotto anche il liquido legante. La seconda parte della macchina è caratterizzata da una particolare forma sinusoidale, alla cui estremità si trova la bocca di scarico del materiale. Il corpo rotante del granulatore GRC è realizzato in acciaio inox AISI 304 lucidato internamente, mentre il basamento è costruito in acciaio al carbonio verniciato. La macchina viene prodotta in vari modelli sulla base delle caratteristiche del materiale da trattare e della produttività richiesta.

GRC is a continuous horizontal granulator; the machine is extremely versatile and reliable and is used for various manufacturing activities in the chemical, mining, ceramic and other industrial sectors. GRC granulator is made up of a rotating movable body installed on a static solid base. The rotating body is divided into two separate parts. The first section of the machine, where material is loaded, consists of a cylindrical barrel complete with a special intensifying bar. Also the binding liquid is inserted in this first section by means of spraying nozzles. The second part of the machine has a peculiar sinusoidal shape; at the end of this section it is located the unloading mouth. The rotating body of GRC granulator is made of internally polished AISI 304 stainless steel, and the supporting base is in carbon steel. GRC is produced in various models according to the characteristics of the processed material and the required production output.

Schema di funzionamento

Operating diagram



## 1.6. Secadero



[www.ib-technology.eu](http://www.ib-technology.eu)

# EVF

**Essiccatoio a letto fluido**  
Fluid-bed dryer



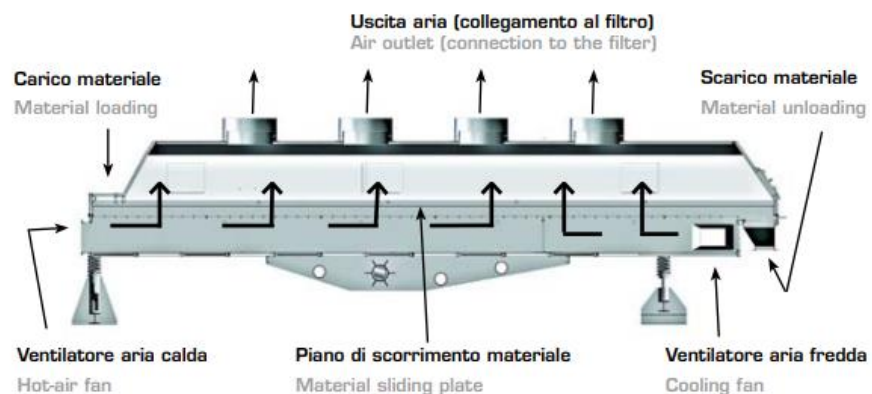


Gli essiccatoi a letto fluido EVF vengono impiegati in numerosi settori industriali per il trattamento di materiali in polvere e granulari. Il materiale da essiccare viene dosato nella parte iniziale della macchina e depositato su un piano orizzontale forato in acciaio inox. L'oscillazione del piano determina lo scorrimento del materiale verso la bocca di scarico all'estremità opposta del corpo macchina. Un flusso d'aria, la cui temperatura può essere regolata in funzione delle caratteristiche richieste per il prodotto finito, viene immessa dal basso all'interno della macchina, attraversando il materiale e determinandone quindi l'essiccazione. Gli essiccatoi a letto fluido EVF vengono in molti casi utilizzati a completamento di processi di granulazione polveri ad umido, al fine di ripristinare il livello di umidità del materiale precedente all'aggiunta del legante liquido.

EVF fluid-bed dryers are used in several industrial sectors for the treatment of powdery or granular materials. The material to be dried is batched inside the machine and deposited on a horizontal steel plate with holes. The plate swinging causes the sliding of material towards the unloading mouth located at the opposite end of the machine. An air flow, whose temperature can be regulated according to the characteristics requested for the finished product, is introduced from the bottom inside the machine body, thus crossing and drying the material. EVF fluid-bed dryers are often used to complete the wet powders granulation processes, to restore the moisture level of material before the addition of liquid binder.

Schema di funzionamento

Operating diagram



## **ANEXO 2: ASPECTOS DE SEGURIDAD Y SALUD**

En el presente apartado de “*Anexos*” de este proyecto se exponen las aplicaciones de seguridad y salud a aplicar en el ámbito del proyecto.

### **2.1. Polvo**

El principal problema de la planta diseñada en el presente proyecto es el polvo, este se produce en los movimientos del material a lo largo del proceso y puede afectar a la salud de los operarios encargados del control del correcto funcionamiento de la planta.

El primer punto donde se puede producir una gran cantidad de polvo es en los graneros de almacenamiento debido a las descargas del material desde los camiones y al movimiento de este con la pala cargadora para transportarlo. Para evitar que el polvo producido salga de la planta y pueda dañar zonas de su alrededor como carreteras se han construido en el interior de la nave con un techado para evitar este efecto, además para evitar que perjudiquen a los operarios que trabajan en el interior de la planta se instalarán unos pulverizadores que realizarán una serie de pulverizaciones programadas con el fin de crear una capa de material húmedo sobre la superficie del material evitando así los posibles levantamientos.

Otro punto del proceso donde se puede crear una considerable cantidad de polvo es en la zona de descarga de material en las cintas pesadoras. Para evitar que todo este polvo perjudique directamente a la persona encargada de realizar dicha etapa de producción se colocarán unos elementos que aspiren todo ese polvo.

Siguiendo el proceso de producción, el siguiente punto donde la creación de polvo puede resultar un problema para la salud de los operarios que trabajan en la planta es en la etapa de pre-trituración donde el material sufre una primera molienda para la reducción del tamaño de sus partículas, en este caso se deberá colocar otro elemento que aspire dicho polvo.

Los lodos de rectificado y pulido de esmalte no son propensos a producir polvo debido a su grado de humedad y la consistencia que poseen una vez se han secado, pero aun así la balsa donde se almacena este residuo dispone de una barrera de 1 metro de altura para evitar la creación de polvo en el caso de que las condiciones climatológicas fueran desfavorables produciendo así, por ejemplo, rachas de viento que pudieran producir el levantamiento de este material.







# 4. Planos



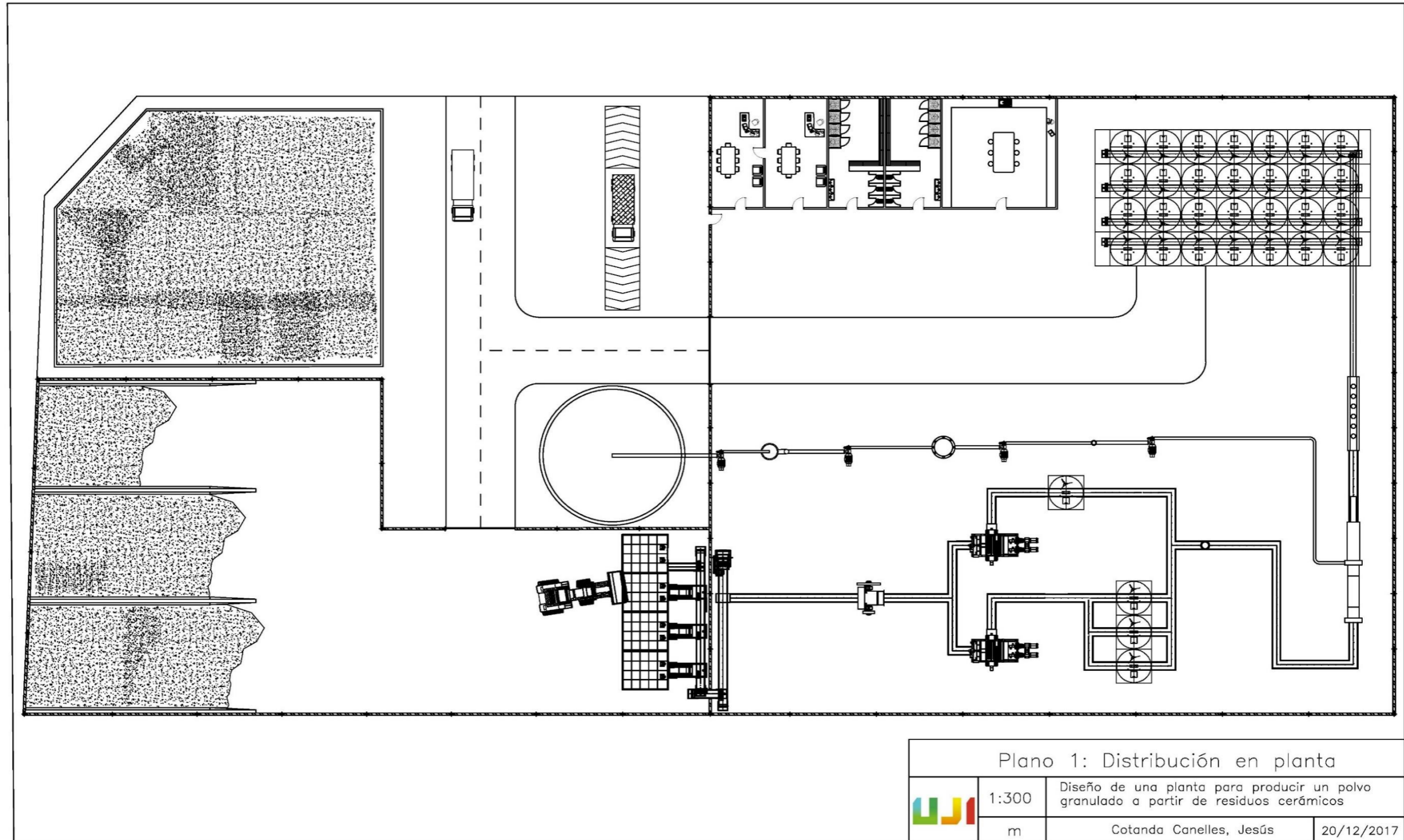


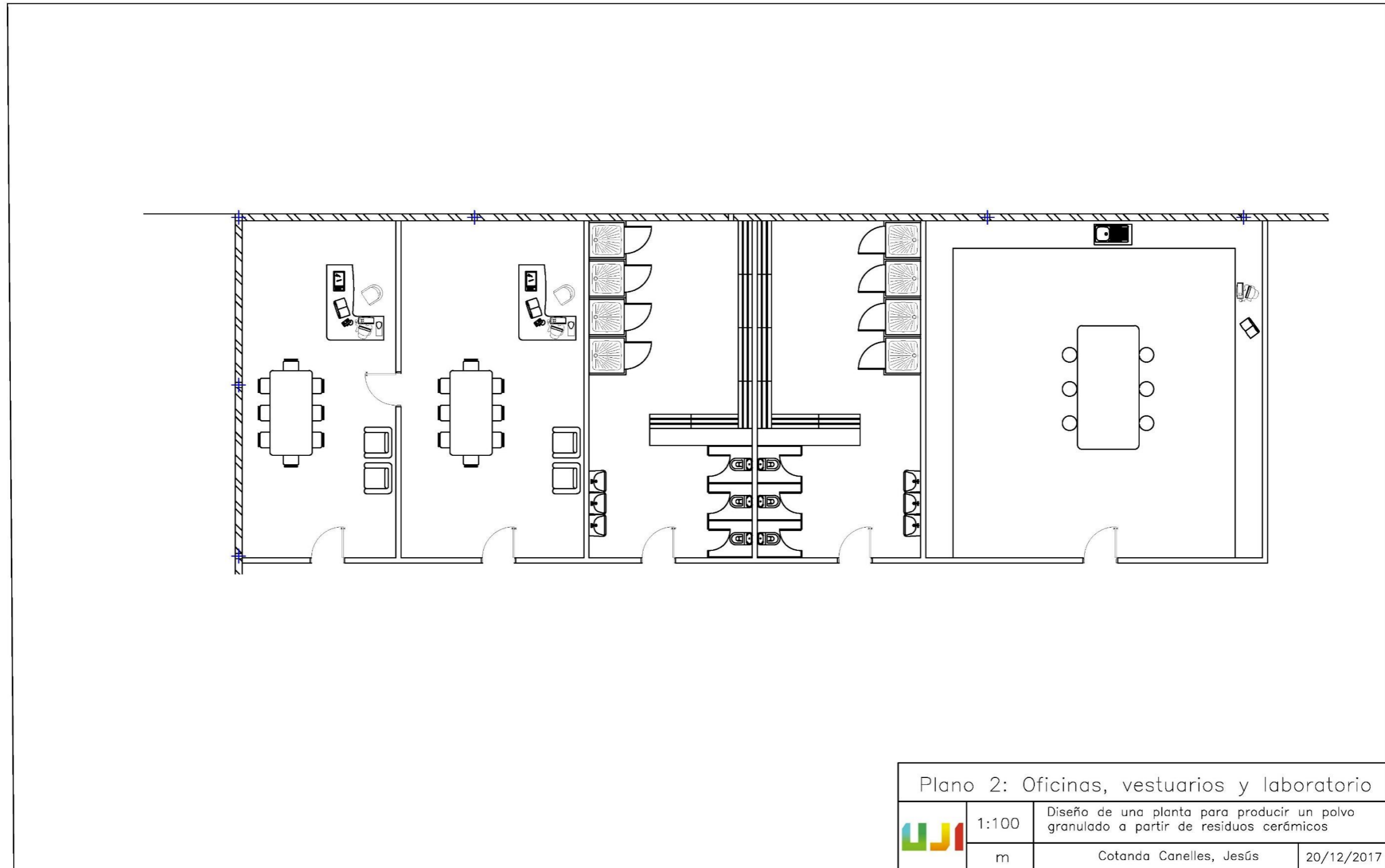
## ÍNDICE DE PLANOS

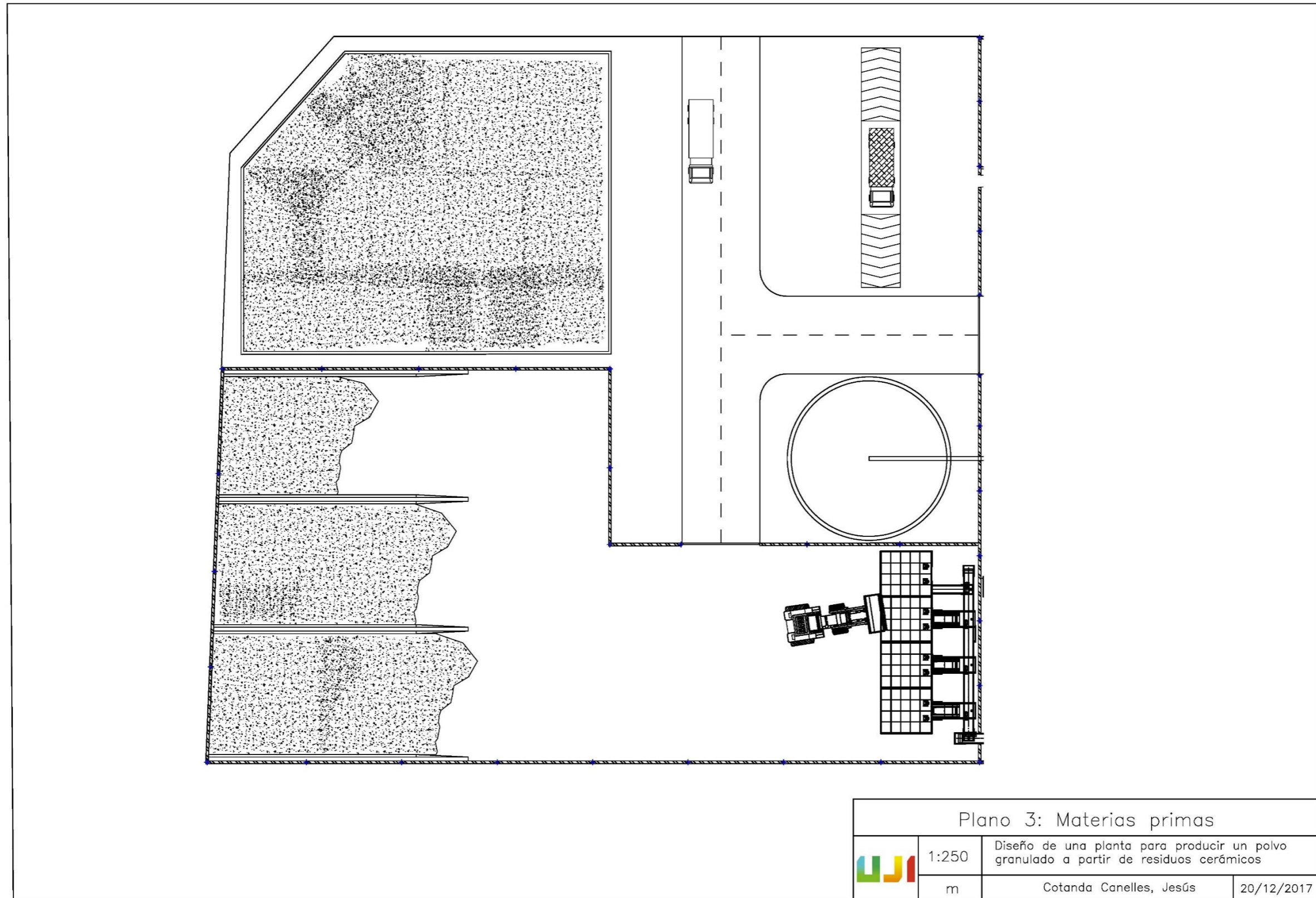
1. Planos de la instalación .....	1
2. Vistas 3D de la instalación .....	5

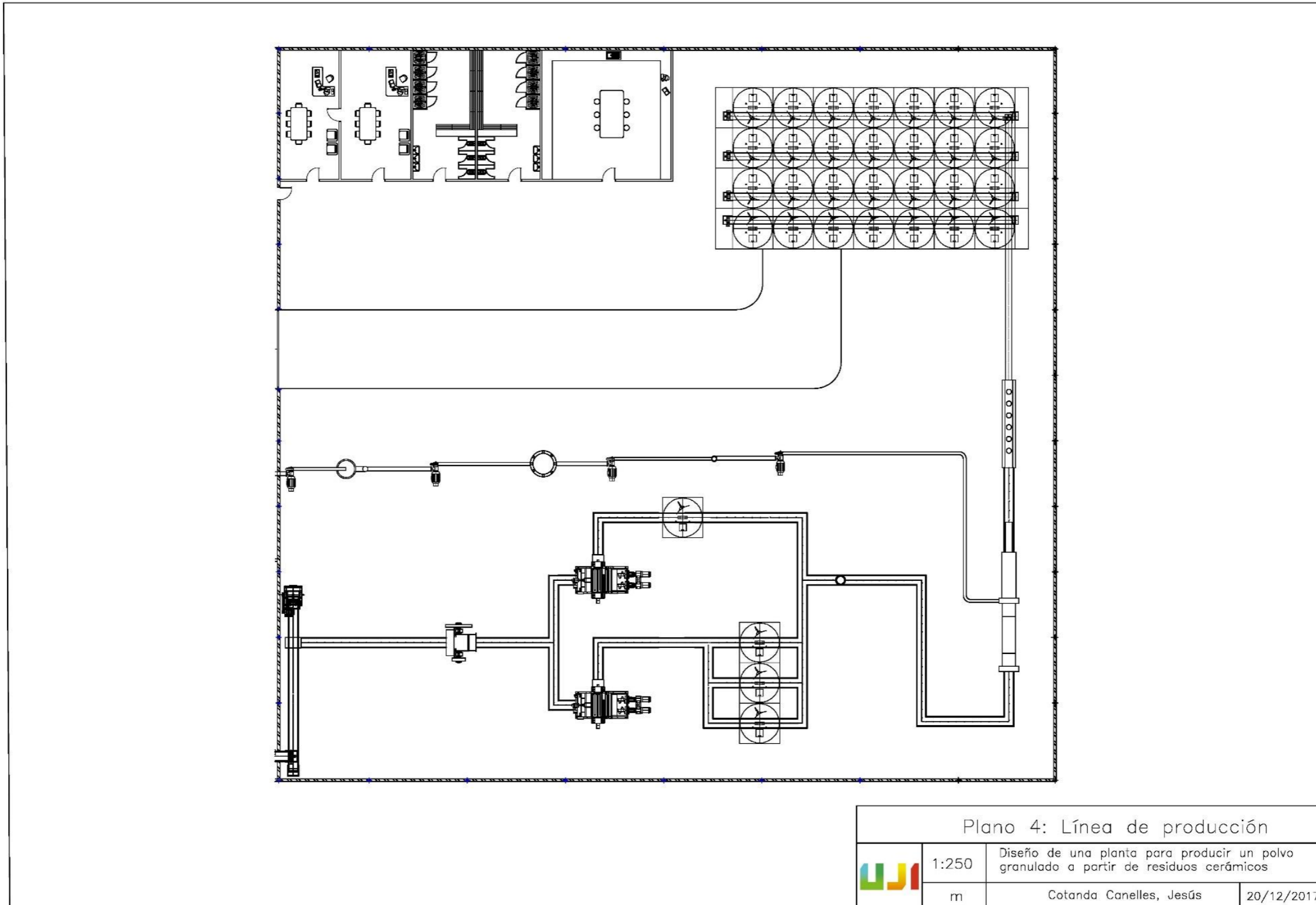


1. Planos de la instalación

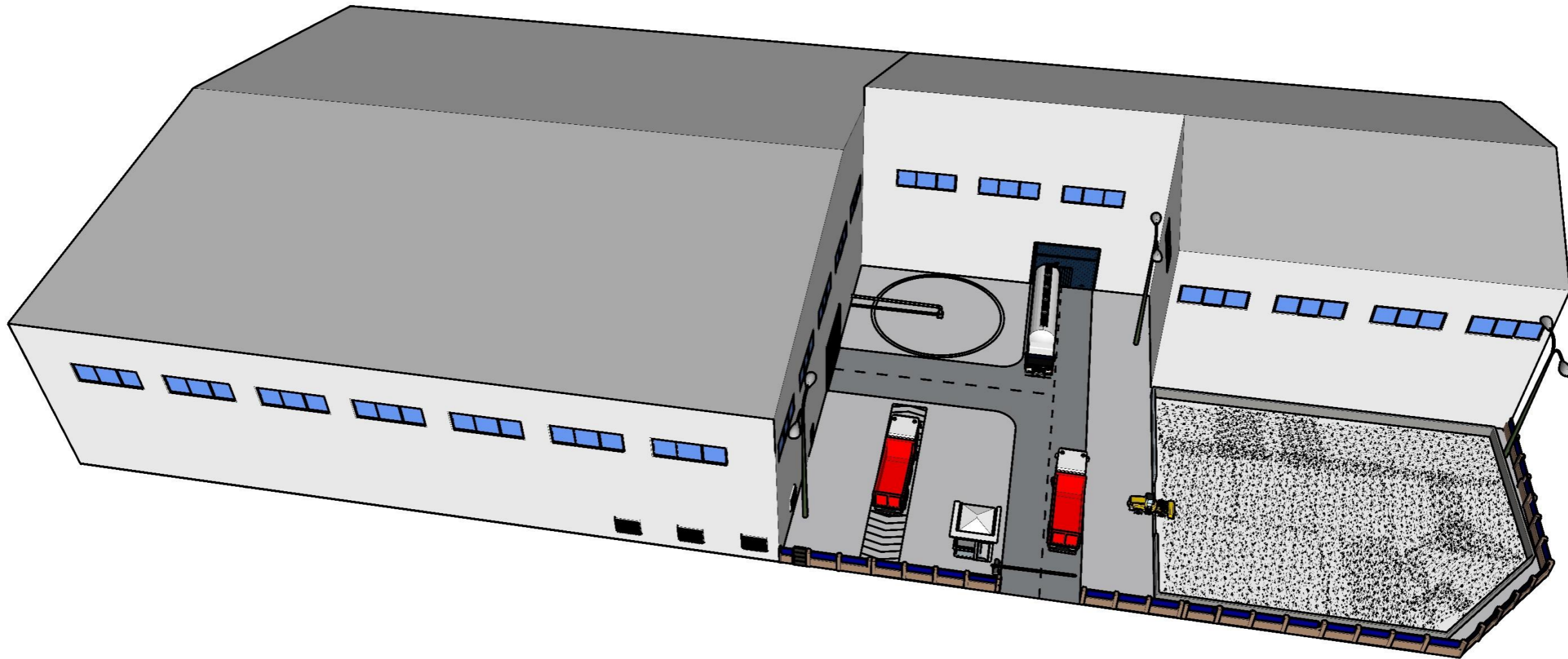








2. Vistas 3D de la instalación









# 5. Pliego de condiciones



El pliego de condiciones del presente proyecto “Diseño de una planta para producir un polvo granulado a partir de residuos cerámicos” que se ha consultado a la hora de llevar a cabo el proyecto ha sido elaborado a través de la herramienta “CYPE”. CYPE es una empresa que desarrolla y comercializa software técnico para los profesionales de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción y, ocupa hoy en día una posición de liderazgo dentro del sector ofreciendo una variedad de programas que unen potencia de cálculo, fiabilidad, sencillez y rapidez.

La fiabilidad en los cálculos está altamente garantizada mediante precisos listados de comprobación, así como la seguridad de que dichos cálculos están actualizados a las últimas normativas nacionales e internacionales.

El software de CYPE abarca tres áreas fundamentales en la elaboración del proyecto:

- Diseño y análisis estructural
- Diseño y cálculo de instalaciones
- Gestión de obras y documentación de proyecto

Por tanto, podría afirmarse que el pliego de condiciones del presente proyecto ha sido elaborado de una forma fiable, aunque al tratarse de información de fácil acceso disponible en Internet se ha decidido no incluir dicha información en este proyecto intentando así, conseguir causar un efecto menos agresivo contra el medio ambiente ya que dicha información tiene una gran extensión.

A continuación, se ha incluido el índice del pliego de condiciones que se ha elaborado a través de CYPE para que en caso de que haya algún tipo de interés especial hacia algún apartado en concreto sobre la elaboración del presente proyecto por algún lector, se le facilite así el acceso a dicha información.

## ÍNDICE DE PLIEGO DE CONDICIONES

1. Pliego de condiciones generales, facultativas y económicas
  - 1.1. Disposiciones generales
    - 1.1.1. Disposiciones de carácter general
    - 1.1.2. Disposiciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares
    - 1.1.3. Disposiciones de las recepciones de edificios y obras anejas
  - 1.2. Disposiciones facultativas
    - 1.2.1. Definición y atribuciones de los agentes de la edificación
    - 1.2.2. Agentes que intervienen en la obra según la Ley 38/99
    - 1.2.3. Agentes en materia de seguridad y salud según El Real Decreto 1627/97
    - 1.2.4. La Dirección Facultativa
    - 1.2.5. Visitas facultativas
    - 1.2.6. Obligaciones de los agentes intervinientes
    - 1.2.7. Documentación final de obra
  - 1.3. Disposiciones económicas
    - 1.3.1. Definición
    - 1.3.2. Contrato de obra
    - 1.3.3. Criterio general
    - 1.3.4. Fianzas
    - 1.3.5. Precios
    - 1.3.6. Obras por administración
    - 1.3.7. Valoración y abono de los trabajos
    - 1.3.8. Indemnizaciones mutuas
    - 1.3.9. Varios
    - 1.3.10. Retenciones en concepto de garantía
    - 1.3.11. Plazos de ejecución: Planing de la obra
    - 1.3.12. Liquidación económica de las obras
    - 1.3.13. Liquidación final de la obra
2. Pliego de condiciones técnicas particulares
  - 2.1. Prescripción sobre los materiales
    - 2.1.1. Garantías de calidad
    - 2.1.2. Hormigones
    - 2.1.3. Aceros para hormigón armado

- 2.1.4. Morteros
- 2.1.5. Conglomerantes
- 2.1.6. Materiales cerámicos
- 2.1.7. Prefabricados de cemento
- 2.1.8. Aislantes e impermeabilizantes
- 2.1.9. Instalaciones
- 2.2. Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidad de obra.
  - 2.2.1. Demoliciones
  - 2.2.2. Acondicionamiento del terreno
  - 2.2.3. Cimentaciones
  - 2.2.4. Firmes y pavimentos urbanos
  - 2.2.5. Instalaciones
  - 2.2.6. Aislamientos e impermeabilizaciones
  - 2.2.7. Gestión de residuos
  - 2.2.8. Urbanización interior de la parcela
- 2.3. Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado
- 2.4. Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición
- 3. Condiciones técnicas de los equipos
  - 3.1. Ámbito de aplicación
  - 3.2. Especificaciones de la instalación eléctrica
  - 3.3. Especificaciones de la instalación de fontanería.
  - 3.4. Instalación de la maquinaria





## **1. Pliego de condiciones generales, facultativas y económicas**

### **1.1. Disposiciones generales**

El presente documento del proyecto tiene por objeto la ordenación, con carácter general, de las condiciones facultativas, económicas y técnicas que han de regir en los concursos y contratos destinados a la ejecución de los trabajos de obra civil, siempre que expresamente se haga mención de este pliego en los particulares de cada una de las obras.

#### **1.1.1. Disposiciones de carácter general**

##### **1.1.1.1. Objeto del Pliego de Condiciones**

El objeto de este Pliego de Condiciones, es el de determinar los criterios de la relación establecida entre los agentes que intervendrán en las obras definidas en este proyecto y servir de guía para la realización del contrato de obra entre el Promotor y Contratista.

##### **1.1.1.2. Contrato de obra**

El presente contrato de obra, tiene por objetivo la construcción de una planta para la obtención de un polvo granulado a partir de residuos cerámicos para prensar baldosas cerámicas. Se recomienda la contratación de la ejecución de las obras por unidades de obra, con arreglo a los documentos del proyecto y en cifras fijas. El Director de Obra ofrecerá la documentación necesaria para su realización.

##### **1.1.1.3. Documentación del contrato de obra**

A continuación, se enumeran en orden de prioridad, los documentos que componen el contrato de obra a fin de evitar posibles interpretaciones:

-Pliego de Condiciones.

-Documentación gráfica y escrita del Proyecto: memoria, planos, anexos, mediciones y presupuesto.

Si existieran diferentes interpretaciones, prevalecen las especificaciones fijadas en el presente documento.

##### **1.1.1.4. Proyecto Arquitectónico**

El Proyecto Arquitectónico, está compuesto por los documentos que determinan y definen de manera inequívoca las exigencias técnicas, funcionales y estéticas de las obras contempladas en el artículo 2 de la Ley de Ordenación de la Edificación. En él se justificarán técnicamente las soluciones propuestas de acuerdo con las especificaciones requeridas por la normativa técnica vigente aplicable.

Si el proyecto se desarrollara mediante proyectos parciales se mantendrá la coordinación entre todos ellos, a fin de evitar duplicidad en la documentación y/o honorarios a percibir por los autores de estos proyectos parciales.

Los documentos complementarios al Proyecto, serán:

- Planos y documentación de las obras, que se vayan suministrando por el Director de Obra a lo largo de la misma.
- Libro de Órdenes y Asistencias.
- Programa de Control de Calidad de Edificación y su Libro de Control.
- Estudio de Seguridad y Salud, o Estudio Básico de Seguridad y Salud.
- Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, elaborado por el Contratista.
- Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.
- Licencias y otras autorizaciones administrativas.

#### **1.1.1.5. Reglamentación urbanística**

La obra a realizar, se ajustará a las limitaciones aprobadas por los organismos competentes, especialmente a lo que se refiere a volúmenes, alturas, emplazamientos y ocupación del solar, así como a todas las modificaciones del Proyecto que pueda exigir la Administración para que este se ajuste a las Ordenanzas y Normas vigentes.

#### **1.1.1.6. Formalización del Contrato de Obra**

Los Contratos de Obra, se formalizarán mediante un documento privado entre las partes interesadas. Dicho documento podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes intervinientes.

Estos contratos contendrán:

- La comunicación de la adjudicación.
- La copia del recibo de depósito de la fianza, en caso de haber fianza.
- La cláusula en la que se exprese que el Contratista se obliga al cumplimiento estricto del contrato de obra, conforme a lo previsto en el Proyecto.

El Contratista, antes de la formalización del contrato de obra, dará también su conformidad con la firma del Pliego de Condiciones, los Planos, Cuadro de Precios y Presupuesto General.

Serán a cuenta del Adjudicatario todos los gastos que ocasionen la extensión del documento en que se consigne al Contratista.

#### **1.1.1.7. Jurisdicción competente**

En caso de existir desacuerdos entre las partes, ambas quedan obligadas a someter a discusión las diferencias a las Autoridades y Tribunales Administrativos con arreglo a la legislación vigente, renunciando al derecho común y al fuero de su domicilio, siendo competente la jurisdicción donde estuviese ubicada la obra.

#### **1.1.1.8. Responsabilidad del Contratista**

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el Proyecto.

En consecuencia, quedará obligado a la demolición y reconstrucción de todas las unidades de obra deficientes o mal ejecutadas, sin que pueda servir de excusa el hecho de que la Dirección Facultativa halla examinado y reconocido la construcción durante sus visitas de obra, ni que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

#### **1.1.1.9. Accidentes en el trabajo**

Es de obligado cumplimiento el Real Decreto 1627/1 997, del 24 de Octubre, por el que se establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción y demás legislación vigente que, tanto directa como indirectamente inciden sobre la planificación de la seguridad y salud en el trabajo de construcción, conservación y mantenimiento de edificios.

Es responsabilidad del Coordinador de Seguridad y Salud, en virtud del Real Decreto 1627/97, el control y seguimiento, durante toda la ejecución de la obra, del Plan de Seguridad y Salud redactado por el Contratista.

#### **1.1.1.10. Daños y perjuicios a terceros**

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las contiguas o colindantes. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiera lugar, y de todos los daños y perjuicios que puedan ocasionarse en las operaciones de ejecución de obra.

Asimismo, el Contratista será responsable de los daños y perjuicios, directos o indirectos que puedan ocasionarse a terceros como consecuencia de la obra, tanto en ella como en sus alrededores, incluso en los que se produzcan por omisión o negligencia del personal a su cargo, así como de los que se deriven de los subcontratistas e industriales que intervengan en la obra.

Es de su responsabilidad mantener vigente durante la ejecución de los trabajos una póliza de seguros frente a terceros, en la modalidad de “Todo riesgo al derribo y la construcción”, suscrita por una compañía aseguradora con la suficiente solvencia para la cobertura de los trabajos contratados. Dicha póliza será aportada y ratificada por el Promotor o Propiedad, no pudiendo ser cancelada mientras no se firme el Acta de Recepción Provisional de la obra.

**1.1.1.11. Anuncios y carteles**

Sin previa autorización del Promotor, no se podrán colocar en las obras ni en sus vallas más inscripciones o anuncios que los convenientes al régimen de los trabajos y los exigidos por la policía local.

**1.1.1.12. Copia de documentos**

El Contratista, a su costa, tiene derecho a sacar copias de todos los documentos integrantes del Proyecto.

**1.1.1.13. Suministro de materiales**

Se especificará en el Contrato la responsabilidad que pueda caer al Contratista por retraso en el plazo de finalización de la obra o en los plazos parciales, como consecuencia de deficiencias o faltas en los suministros.

**1.1.1.14. Hallazgos**

El Promotor se reserva la posesión de las antigüedades, objetos de arte o sustancias minerales utilizables que se encuentren en las excavaciones y demoliciones practicadas en sus terrenos o edificaciones. El Contratista deberá emplear, para extraerlos, todas las precauciones que se le indique por parte del Director de Obra.

El Promotor abonará al Contratista el exceso de obras o gastos especiales que estos trabajos ocasionen, siempre que estén debidamente justificados y aceptados por la Dirección Facultativa.

**1.1.1.15. Causas de rescisión del contrato de obra**

Se consideran causas suficientes de rescisión de contrato:

- La muerte o incapacitación del Contratista.
- La quiebra del Contratista.
- Las alteraciones del contrato por las siguientes causas:
  - i. La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo a juicio del Director de Obra y, en cualquier caso, siempre que la variación del Presupuesto de Ejecución Material, como consecuencia de estas modificaciones, represente una desviación mayor al 100€.
  - ii. Las modificaciones de unidades de obra, siempre que representen variaciones de más o menos el 40% del proyecto original, o más de un 50% de unidades de obra del proyecto reformado.
- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya

excedido de un año y en todo caso, siempre que por causas ajenas al Contratista no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación. En este caso, la devolución de la fianza será automática.

- Que el Contratista no comience los trabajos dentro del plazo señalado en el contrato.
- El incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.
- El vencimiento del plazo de ejecución de la obra.
- El abandono de la obra sin causas justificadas.
- La mala fe en la ejecución de la obra.

#### **1.1.1.16. Omisiones: Buena fe**

Las relaciones entre el Promotor y el Contratista, reguladas por el presente documento y la documentación complementaria, presentan la prestación de un servicio al Promotor por parte del Contratista mediante la ejecución de la obra, basándose en la buena fe mutua de ambas partes, que pretende beneficiarse de esta colaboración sin ningún tipo de perjuicio. Por este motivo, las relaciones entre ambas partes y las omisiones que puedan existir en el Pliego de Condiciones y la documentación complementaria del proyecto y de la obra, se entenderán siempre suplidas por la buena fe de las partes, que las subsanará debidamente con el fin de conseguir una adecuada calidad final de obra.

#### **1.1.2. Disposiciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares**

Se describen las disposiciones básicas a considerar en la ejecución de las obras relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares, así como a las recepciones de los edificios objeto del presente proyecto y sus obras anexas.

##### **1.1.2.1. Accesos y vallados**

El Contratista dispondrá, por su cuenta, los accesos a la obra, el cerramiento o el vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra, pudiendo exigir el Director de Ejecución de Obra su modificación o mejora.

##### **1.1.2.2. Replanteo**

El Contratista iniciará “in situ” el replanteo de las obras, señalando las referencias principales que mantendrá como base de posteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se consideran a cargo del Contratista e incluidos en su oferta económica.

Asimismo, someterá el replanteo a la aprobación del Director de Ejecución de la Obra y, una vez este haya dado su conformidad, preparará el Acta de Inicio y Replanteo de la Obra acompañada de un plano de replanteo definitivo, que deberá ser aprobado por el

Director de Obra. Será responsabilidad del Contratista la deficiencia o la omisión de este trámite.

### **1.1.2.3. Inicio de la obra y ritmo de ejecución**

El contratista dará comienzo a las obras en el plazo especificado en el respectivo contrato, desarrollándose de manera adecuada para que dentro de los periodos parciales señalados se realicen los trabajos, de modo que la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo establecido en el contrato.

Será obligación del Contratista comunicar a la Dirección Facultativa el inicio de las obras, de forma fehaciente y preferiblemente por escrito, al menos con tres días de antelación.

El Director de Obra redactará el acta de comienzo de la obra y la suscribirá en la misma obra junto con él, el día de comienzo de los trabajos, el Director de la Ejecución de obra, el Promotor y el Contratista.

Para la formalización del acta de comienzo de la obra, el Director de la Obra comprobará que en la obra existe copia de los siguientes documentos:

- Proyecto de ejecución, Anexos y modificaciones.
- Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo y su acta de aprobación por parte del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de los trabajos.
- Licencia de obra otorgada por el Ayuntamiento.
- Aviso previo a la Autoridad laboral competente efectuado por el Promotor.
- Comunicación de apertura de centro de trabajo efectuado por el Contratista.
- Otras autorizaciones, permisos y licencias que sean preceptivas por otras administraciones.
- Libro de Órdenes y Asistencias.
- Libro de Incidencias.

La fecha de acta de comienzo de la obra, marca el inicio de los plazos parciales y total de la ejecución de obra.

### **1.1.2.4. Orden de los trabajos**

La determinación del orden de los trabajos es, generalmente facultad del Contratista, salvo en aquellos casos en que, por circunstancias de naturaleza técnica, se estime conveniente

su variación por parte de la Dirección Facultativa.

### **1.1.2.5. Facilidades para otros contratistas**

De acuerdo con lo que requiere la Dirección Facultativa, el Contratista dará todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a los

Subcontratistas u otros Contratistas que intervengan en la obra. Todo ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya dado lugar por la utilización de los medios auxiliares o los suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, todos ellos se ajustarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

#### **1.1.2.6. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor**

Cuando se precise ampliar el Proyecto, por causas imprevistas o por cualquier incidencia, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones de la Dirección Facultativa en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Contratista, está obligado a realizar, con su personal y sus materiales, cuanto la Dirección de Ejecución de Obra disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalces o 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 convenga.

#### **1.1.2.7. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto**

El Contratista, podrá requerir del Director de Obra o del Director de Ejecución de Obra, según sus respectivos cometidos y atribuciones, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de la obra proyectada.

Cuando se trate de interpretar, aclarar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los Planos, croquis, órdenes e instrucciones correspondiente, se comunicarán necesariamente por escrito al Contratista, estando este a su vez obligado a devolver los originales o las copias, suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos e instrucciones que reciba tanto del Director de Ejecución de Obra, como del Director de Obra.

Cualquier reclamación que crea oportuno hacer el Contratista en contra de las disposiciones tomadas por la Dirección Facultativa, habrá que dirigirla, dentro del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual le dará el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

#### **1.1.2.8. Prórroga por causa de fuerza mayor**

Si por causa de fuerza mayor o independientemente de la voluntad del Contratista, este no pudiese comenzar las obras, tuviese que suspenderlas o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para su cumplimiento, previo informe favorable del Director de Obra. Para ello, el Contratista expondrá, en escrito dirigido al Director de Obra, la causa que impide la ejecución o la marcha de los

trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

#### **1.1.2.9. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra**

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que, habiéndolos solicitado por escrito, no se le hubiesen proporcionado.

#### **1.1.2.10. Trabajos defectuosos**

El Contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el proyecto, y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo estipulado.

Por ello y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la instalación, el Contratista es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que puedan existir por su mala ejecución, no siendo un eximente el que la Dirección Facultativa lo haya examinado o reconocido con anterioridad, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las Certificaciones Parciales de obra, que siempre se entenderá extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director de Ejecución de Obra advierta vicios o defectos en los trabajos efectuados, o que los materiales empleados, aparatos o equipos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos o una vez finalizados con anterioridad a la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean sustituidas o demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado a expensas del Contratista. Si esta no estimase justa la decisión y se negase a la sustitución, demolición y/o reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Director de Obra, quien mediará para resolverla.

#### **1.1.2.11. Vicios ocultos**

El Contratista es el único responsable de los vicios ocultos y de los defectos de la construcción, durante la ejecución de las obras y el periodo de garantía, hasta los plazos prescritos después de la terminación de las obras en la vigente L.O.E., aparte de otras responsabilidades legales o de cualquier índole que puedan derivarse.

Si el Director de Ejecución de Obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará, cuando estime oportuno, realizar antes de la recepción definitiva los ensayos, destructivos o no que



considere necesarios para reconocer o diagnosticar los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Director de Obra.

El Contratista demolerá y reconstruirá posteriormente a su cargo, todas las unidades de Obra que estén mal ejecutadas, sus consecuencias, daños y perjuicios, no pudiendo eludir su responsabilidad por el hecho de que el Director de Obra y/o el Director de Ejecución de Obra lo hayan examinado o reconocido con anterioridad, o que haya sido conformada o abonada una parte o la totalidad de las obras mal ejecutadas.

#### **1.1.2.12. Procedencia de materiales, aparatos y equipos**

El Contratista tiene libertad de proveerse de los materiales, aparatos y equipos de todas clases donde considere oportuno y conveniente para sus intereses, excepto en aquellos casos en los que se preceptúe una procedencia y características específicas en el proyecto. Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo, acopio y puesto en obra, el Contratista deberá presentar al Director de Ejecución de la Obra una lista completa de los materiales, aparatos y equipos que vaya a utilizar, en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre sus características técnicas, marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

#### **1.1.2.13. Presentación de muestras**

A petición del Director de Obra, el contratista presentará las muestras de los materiales, aparatos y equipos, siempre con la antelación prevista en el calendario de obra.

#### **1.1.2.14. Materiales, aparatos y equipos defectuosos**

Cuando los materiales, aparatos, equipos y elementos de instalaciones fuesen defectuosos, el Director de Obra, a instancias del Director de Ejecución de Obra, dará la orden al Contratista de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o sean los adecuados al fin al que se destinen.

Si a los quince días de recibir el Contratista la orden de retirar los materiales que no estuviesen en condiciones no hubiera sido cumplida, podrá hacerlo el Promotor o Propiedad a cuenta del Contratista.

En el caso en que los materiales, aparatos, equipos o elementos de instalaciones fueran defectuosos pero aceptables a juicio del Director de Obra, se recibirán con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

#### **1.1.2.15. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos**

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, correrán a cargo del Contratista.

#### **1.1.2.16. Limpieza de las obras**

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean necesarias para que la obra presente el aspecto apropiado.

#### **1.1.2.17. Obras sin prescripciones explícitas**

En la ejecución de trabajos que pertenecen a la construcción de las obras, y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego de Condiciones ni en el resto de documentos del proyecto, el Contratista se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte el Director Facultativo de las obras y en segundo lugar a las normas y prácticas de la construcción.

### **1.1.3. Disposiciones de las recepciones de edificios y obras anejas**

#### **1.1.3.1. Consideraciones de carácter general**

La recepción de la obra es el acto por el cual el Contratista, una vez concluida la obra, hace entrega de la misma al Promotor y ésta es aceptada por él. Podrá realizarse con o sin reservas y debe abarcar la totalidad de la obra o fases completadas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde.

La recepción, deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por el Promotor y el Contratista. Haciendo constar en ella:

- Las partes que intervienen.
- La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de las mismas.
- El coste final de la ejecución material de la obra.
- La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados se hará constar en un acta diferente, suscrita por los firmantes de la recepción.
- Las garantías que, en su caso, se exijan al Contratista para asegurar sus responsabilidades.

Asimismo, se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el Director de Obra y el Director de Ejecución de la Obra.

El Promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecúa a las condiciones contractuales.

En todo caso, el rechazo deberá ser justificado por escrito en el acta, en la que se fijará un nuevo plazo para efectuar la recepción.

La recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de fin de obra, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada al Promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos los treinta días desde la fecha indicada, el Promotor hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivados por escrito.

El cómputo de los plazos de responsabilidad y garantía serán los establecidos en la L.O.E. y se iniciará a partir de la fecha en que se suscriba el acta de recepción, o cuando se entienda está tácitamente producida según lo previsto en el apartado anterior.

#### **1.1.3.2. Recepción provisional**

Treinta días antes de dar por finalizadas las obras, comunicará el Director de Ejecución de Obra al Promotor la proximidad de su fin, de manera que pueda fijarse la fecha del acto de la Recepción Provisional.

Esta se realizará con la intervención del Promotor, el Contratista y de los Directores de Obra y de Ejecución de Obra. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección de la obra con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por 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 extenderán el correspondiente Certificado Final de Obra.

Cuando las obras se hallen en condiciones de ser recibidas, se hará constar expresamente en el Acta y se darán al Contratista las oportunas instrucciones para subsanar los defectos observados, fijándose un plazo para subsanarlos, expirado el cual se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el Contratista no cumpliese, podrá declararse resuelto el contrato con la pérdida de la fianza.

#### **1.1.3.3. Documentación final de obra**

El Director de ejecución de obra, asistido por el Contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactarán la documentación final de sus obras, que se facilitará al Promotor, con las especificaciones y contenidos dispuestos por la legislación vigente, con lo que se establece en los párrafos 2, 3, 4 y 5, del apartado 2 del artículo 4º del Real Decreto 515/1989, de 21 de Abril.

#### **1.1.3.4. Medición definitiva y liquidación provisional de la obra**

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá a su medición definitiva por el Director de ejecución de obra, con precisa asistencia del Contratista o representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado aprobada por el Director de obra, que servirá para el abono por el Promotor del saldo resultante menos la cantidad retenida en concepto de fianza.

#### **1.1.3.5. Plazo de garantía**

El plazo de garantía deberá estipularse en el contrato privado y, en cualquier caso, nunca deberá ser inferior a seis meses.

#### **1.1.3.6. Conservación de las obras recibidas provisionalmente**

Los gastos de conservación durante el plazo de entrega comprendido entre la recepción provisional y definitiva, correrán a cargo del Contratista.

Si la instalación fuese utilizada antes de la recepción definitiva, la guarda, limpieza y la reparación ocasionada por el uso correrán a cargo de la Propiedad. Las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo del Contratista.

#### **1.1.3.7. Recepción definitiva**

La recepción definitiva se realizará después de transcurrido el plazo de garantía, en igual modo y con las mismas formalidades que la provisional. A partir de esta fecha, cesará la obligación del Contratista de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de las instalaciones, y quedarán solo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran derivar de vicios de construcción.

#### **1.1.3.8. Prórroga del plazo de garantía**

Si, al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Director de Obra indicará al Contratista los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias. De no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con la pérdida de fianza.

#### **1.1.3.9. Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida**

En caso de resolución de contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar en el plazo fijado la maquinaria, instalaciones y medios auxiliares, a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa sin problema alguno.

Las obras y los trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos anteriormente. Transcurrido el plazo de garantía, se recibirá, definitivamente según lo dispuesto anteriormente.

Para las obras y trabajos no finalizados pero aceptables a juicio del Director de Obra, se efectuará una sola y definitiva recepción.

## **1.2. Disposiciones facultativas**

### **1.2.1. Definición y atribuciones de los agentes de la edificación**

Las atribuciones de los distintos agentes intervinientes en la edificación son las reguladas por la Ley 38/99 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.). Se definen agentes de la edificación todas las personas, físicas o jurídicas, que intervienen en el proceso de la edificación.

Sus obligaciones quedan determinadas por lo dispuesto en la L.O.E. y demás disposiciones que sean de aplicación y por el contrato que origina su intervención. Las definiciones y funciones de los agentes que intervienen en la ejecución de la obra, considerándose:

#### **1.2.1.1. El Promotor**

Es la persona física o jurídica, pública o privada, que individual o de manera colectiva decide, impulsa, programa y financia, con recursos propios o ajenos, las obras para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Asume la iniciativa de todo el proceso de la obra, impulsando la gestión necesaria para llevar a cabo la obra inicialmente proyectada, y se hace cargo de todos los costes necesarios.

Según la legislación vigente, a la figura del promotor se equiparan también las de gestor de sociedades cooperativas, comunidades de propietarios, u otras análogas que asumen la gestión económica de la obra.

Cuando las Administraciones públicas y los organismos sujetos a la legislación de contratos de las Administraciones públicas actúen como promotores, se regirán por la Legislación de contratos de las Administraciones públicas y, en lo no contemplado en la misma, por las disposiciones de la L.O.E.

#### **1.2.1.2. El Projectista**

Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto. Podrán redactar proyectos parciales del proyecto, o partes que lo complementen, otros técnicos, de forma coordinada con el autor de este.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos según lo previsto en el apartado 2 del artículo 4 de la L.O.E., cada projectista asumirá la titularidad de su proyecto.

### **1.2.1.3. El Contratista**

Es el agente que asume, contractualmente ante el Promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al Proyecto y al Contrato de obra.

Es el responsable explícito de los vicios o defectos constructivos, sin perjuicio del derecho de repetición de este hacia los subcontratistas.

### **1.2.1.4. El Director de Obra**

Es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que la define, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas, y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto.

Podrán dirigir las obras de los proyectos parciales otros técnicos, bajo la coordinación del Director de Obra.

### **1.2.1.5. El Director de Ejecución de Obra**

Es el agente que, formando parte de la Dirección Facultativa, asume la función técnica de dirigir la Ejecución Material de la Obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y calidad de lo instalado.

Para ello es requisito indispensable el estudio y análisis previo del proyecto de ejecución una vez redactado por el Ingeniero, procediendo a solicitarle, con antelación al inicio de las obras, todas aquellas aclaraciones, subsanaciones o documentos complementarios que, dentro de su competencia y atribuciones legales, estimara necesarios para poder dirigir de manera correcta la ejecución de las mismas.

### **1.2.1.6. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la instalación**

Son entidades de control de calidad de la instalación aquéllas capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable. Son laboratorios de ensayos para el control de calidad de la instalación los capacitados para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de la obra.

### **1.2.1.7. Los suministradores de productos**

Se consideran suministradores de productos los fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción para la instalación.

Se entiende por producto de construcción aquel que se fabrica para su incorporación permanente en una obra, incluyendo materiales, elementos semielaborados, componentes y obras o parte de las mismas, tanto terminadas como en proceso de ejecución.

#### **1.2.2. Agentes que intervienen en la obra según la Ley 38/99**

La relación de agentes intervinientes se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

#### **1.2.3. Agentes en materia de seguridad y salud según El Real Decreto 1627/97**

La relación de agentes intervinientes en materia de seguridad y salud se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

#### **1.2.4. La Dirección Facultativa**

En correspondencia con la L.O.E., la Dirección Facultativa está compuesta por la Dirección de Obra y la Dirección de Ejecución de la Obra. A la Dirección Facultativa se integrará el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, en el caso de que se haya adjudicado dicha misión a un facultativo distinto de los anteriores.

Representa técnicamente los intereses del Promotor durante la ejecución de la obra, dirigiendo el proceso de construcción en función de las atribuciones profesionales de cada técnico participante.

#### **1.2.5. Visitas facultativas**

Son las realizadas a la obra de manera conjunta o individual por cualquiera de los miembros que componen la Dirección Facultativa. La intensidad y número de visitas dependerá de los cometidos que a cada agente le son propios, pudiendo variar en función de los requerimientos específicos y de la mayor o menor exigencia presencial requerible al técnico al efecto en cada caso y según cada una de las fases de la obra.

Deberán adaptarse al proceso lógico de construcción, pudiendo los agentes ser o no coincidentes en la obra en función de la fase concreta que se esté desarrollando en cada momento y del cometido exigible a cada cual.

#### **1.2.6. Obligaciones de los agentes intervinientes**

Las obligaciones de los agentes que intervienen en la ejecución de la obra son las contenidas en los artículos 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16, del capítulo 111 de la L.O.E. y demás legislación aplicable.

##### **1.2.6.1. El Promotor**

Son obligaciones del Promotor:

- Ostentar sobre la propiedad la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él. Facilitar la documentación e información previa necesaria para la

redacción del proyecto, así como autorizar al Director de Obra, al Director de la Ejecución de la Obra y al Contratista posteriores modificaciones del mismo que fueran imprescindibles para llevar a buen fin lo proyectado.

-Elegir y contratar a los distintos agentes, con la titulación y capacitación profesional necesaria, que garanticen el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para realizar en su globalidad y llevar a buen fin el objeto de lo promovido, en los plazos estipulados y en las condiciones de calidad exigibles mediante el cumplimiento de los requisitos básicos estipulados para los edificios.

-Gestionar y hacerse cargo de las preceptivas licencias y demás autorizaciones administrativas procedentes, de conformidad con la normativa aplicable.

-Garantizar los daños materiales que la instalación pueda sufrir, para la adecuada protección de los intereses de los usuarios finales, en las condiciones legalmente establecidas, asumiendo la responsabilidad civil de forma personal e individualizada, tanto por actos propios como por actos de otros agentes por los que, con arreglo a la legislación vigente, se deba responder.

-Contratar a los técnicos redactores del preceptivo Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico, en su caso, al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, todo ello según lo establecido en el R.D. 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en las obras de construcción.

El Promotor no podrá dar orden de inicio de las obras hasta que el Contratista haya redactado su Plan de Seguridad y, además, este haya sido aprobado por el Coordinador en Materia de Seguridad y Salud en fase de Ejecución de la obra, dejando constancia expresa en el Acta de Aprobación realizada al efecto.

Efectuar el denominado Aviso Previo a la autoridad laboral competente, haciendo constar los datos de la obra, redactándolo de acuerdo a lo especificado en el Anexo III del R.D.1627/97. Una copia del mismo deberá exponerse en la obra de forma visible, actualizándolo si fuese necesario.

Suscribir el acta de recepción final de las obras, una vez concluidas éstas, haciendo constar la aceptación de las obras, que podrá efectuarse con o sin reservas y que deberá abarcar la totalidad de las obras o fases completas. En el caso de hacer mención expresa a reservas para la recepción, deberán mencionarse de manera detallada las deficiencias y se deberá hacer constar el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados.



Entregar al adquirente y usuario inicial, en su caso, el manual de uso y mantenimiento del mismo y demás documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las Administraciones competentes.

#### **1.2.6.2. El Projectista**

Son obligaciones del Projectista:

-Redactar el proyecto por encargo del Promotor, con sujeción a la normativa técnica en vigor y conteniendo la documentación necesaria para tramitar tanto la licencia de obras y demás permisos administrativos -proyecto básico- como para ser interpretada y poder ejecutar totalmente la obra, entregando al Promotor las copias autorizadas correspondientes, debidamente visadas por su colegio profesional.

-Definir el concepto global del proyecto de ejecución con el nivel de detalle gráfico y escrito suficiente y calcular los elementos fundamentales de la instalación, en especial las posibles cimentaciones y estructuras.

-Concretar en el Proyecto el emplazamiento de cuartos de máquinas, de contadores, hornacinas, espacios asignados para subida de conductos, reservas de huecos de ventilación, alojamiento de sistemas de telecomunicación y, en general, de aquellos elementos necesarios en la instalación para facilitar las determinaciones concretas y especificaciones detalladas que son cometido de los proyectos parciales, debiendo estos adaptarse al Proyecto de Ejecución, y no pudiendo contravenirlo en modo alguno.

-Deberá entregarse necesariamente un ejemplar del proyecto complementario al Arquitecto antes del inicio de las obras o instalaciones correspondientes.

-Acordar con el Promotor la contratación de colaboraciones parciales de otros técnicos profesionales.

-Facilitar la colaboración necesaria para que se produzca la adecuada coordinación con los proyectos parciales exigibles por la legislación o la normativa vigente y que sea necesario incluir para el desarrollo adecuado del proceso, que deberán ser redactados por técnicos competentes, bajo su responsabilidad y suscritos por persona física. Los proyectos parciales serán aquellos redactados por otros técnicos cuya competencia puede ser distinta e incompatible con las competencias del Ingeniero y, por tanto, de exclusiva responsabilidad de estos. Elaborar aquellos proyectos parciales o estudios complementarios exigidos por la legislación vigente en los que es legalmente competente para su redacción, excepto declinación expresa del Ingeniero y previo acuerdo con el Promotor, pudiendo exigir la compensación

económica en concepto de cesión de derechos de autor y de la propiedad intelectual si se tuviera que entregar a otros técnicos, igualmente competentes para realizar el trabajo, documentos o planos del proyecto por él redactado, en soporte papel o informático.

-Ostentar la propiedad intelectual de su trabajo, tanto de la documentación escrita como de los cálculos de cualquier tipo, así como de los planos contenidos en la totalidad del proyecto y cualquiera de sus documentos complementarios.

### **1.2.6.3. El Contratista**

Son obligaciones del Contratista:

-Tener la capacitación profesional o titulación que habilita para el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para actuar como constructor.

-Organizar los trabajos de construcción para cumplir con los plazos previstos, de acuerdo al correspondiente Plan de Obra, efectuando las instalaciones provisionales y disponiendo de los medios auxiliares necesarios.

-Comunicar a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo en la que incluirá el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el artículo 7 del R.D. 1627/97 de 24 de octubre.

-Adoptar todas las medidas preventivas que cumplan los preceptos en materia de Prevención de Riesgos laborales y Seguridad y Salud que establece la legislación vigente, redactando el correspondiente Plan de Seguridad y ajustándose al cumplimiento estricto y permanente de lo establecido en el Estudio de Seguridad y Salud, disponiendo de todos los medios necesarios y dotando al personal del equipamiento de seguridad exigibles, así como de cumplir las órdenes efectuadas por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en la fase de Ejecución de la obra.

-Supervisar de manera continuada el cumplimiento de las normas de seguridad, tutelando las actividades de los trabajadores a su cargo y, en su caso, relevando de su puesto a todos aquellos que pudieran menoscabar las condiciones básicas de seguridad personales o generales, por no estar en las condiciones adecuadas.

-Examinar la documentación aportada por los técnicos redactores correspondientes, tanto del Proyecto de Ejecución como de los proyectos complementarios, así como del Estudio de Seguridad y Salud, verificando que le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitando las aclaraciones pertinentes.

-Facilitar la labor de la Dirección Facultativa, suscribiendo el Acta de Replanteo, ejecutando las obras con sujeción al Proyecto de Ejecución que deberá haber examinado previamente, a la legislación aplicable, a las instrucciones del Ingeniero Director de Obra y del Director de la Ejecución Material de la Obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.

-Efectuar las obras siguiendo los criterios al uso que son propios de la correcta construcción, que tiene la obligación de conocer y poner en práctica, así como de las leyes generales de los materiales, aun cuando estos criterios no estuvieran específicamente reseñados en su totalidad en la documentación de proyecto. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las tareas de los subcontratistas.

-Disponer de los medios materiales y humanos que la naturaleza y entidad de la obra impongan, disponiendo del número adecuado de oficiales, suboficiales y peones que la obra requiera en cada momento, bien por personal propio o mediante subcontratistas al efecto, procediendo a solapar aquellos oficios en la obra que sean compatibles entre sí y que permitan acometer distintos trabajos a la vez sin provocar interferencias, contribuyendo con ello a la agilización y finalización de la obra dentro de los plazos previstos.

-Ordenar y disponer en cada momento de personal suficiente a su cargo para que efectúe las actuaciones pertinentes para ejecutar las obras con solvencia, diligentemente y sin interrupción, programándolas de manera coordinada con el Ingeniero o Ingeniero técnico, Director de Ejecución Material de la Obra.

-Supervisar personalmente y de manera continuada y completa la marcha de las obras, que deberán transcurrir sin dilación y con adecuado orden y concierto, así como responder directamente de los trabajos efectuados por sus trabajadores subordinados, exigiéndoles el continuo autocontrol de los trabajos que efectúen, y ordenando la modificación de todas aquellas tareas que se presenten mal efectuadas.

-Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales utilizados y elementos constructivos, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción facultativa del Director de la Ejecución de la obra, los suministros de material o prefabricados que no cuenten con las garantías, documentación mínima exigible o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación, debiendo recabar de la Dirección Facultativa la información que necesite para cumplir adecuadamente su cometido.

- Dotar de material, maquinaria y utillajes adecuados a los operarios que intervengan en la obra, para efectuar adecuadamente las instalaciones necesarias y no menoscabar con la puesta en obra las características y naturaleza de los elementos constructivos que componen la instalación una vez finalizada.
- Poner a disposición del Arquitecto Técnico o Aparejador los medios auxiliares y personal necesario para efectuar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, recabando de dicho técnico el plan a seguir en cuanto a las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias.
- Cuidar de que el personal de la obra guarde el debido respeto a la Dirección Facultativa.
- Auxiliar al Director de la Ejecución de la Obra en los actos de replanteo y firmar posteriormente y una vez finalizado éste, el acta correspondiente de inicio de obra, así como la de recepción final.
- Facilitar a los Arquitectos Directores de Obra, en el caso de que los hubiese, los datos necesarios para la elaboración de la documentación final de obra ejecutada.
- Suscribir las garantías de obra que se señalan en el Artículo 19 de la Ley de Ordenación de la Edificación y que, en función de su naturaleza, alcanzan períodos de 1 año (daños por defectos de terminación o acabado de las obras), 3 años (daños por defectos o vicios de elementos constructivos o de instalaciones que afecten a la habitabilidad) o 10 años (daños en cimentación o estructura que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad de la instalación).

#### **1.2.6.4. El Director de Obra**

Son obligaciones del Director de Obra:

- Dirigir la obra coordinándola con el Proyecto de Ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética a los agentes intervinientes en el proceso constructivo.
- Detener la obra por causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Órdenes y Asistencias, dando cuenta inmediata al Promotor.
- Redactar las modificaciones, ajustes, rectificaciones o planos complementarios que se precisen para el adecuado desarrollo de las obras. Es facultad expresa y única la redacción de aquellas modificaciones o aclaraciones directamente relacionadas con la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectadas a las características geotécnicas del terreno; el cálculo o recálculo del dimensionado y

armado de todos y cada uno de los elementos principales y complementarios de la cimentación y de la estructura vertical y horizontal; los que afecten sustancialmente a la distribución de espacios, así como la modificación de los materiales previstos.

-Asesorar al Director de la Ejecución de la Obra en aquellas aclaraciones y dudas que pudieran acontecer para el correcto desarrollo de la misma, en lo que respecta a las interpretaciones de las especificaciones de proyecto.

-Asistir a las obras a fin de resolver las contingencias que se produzcan para asegurar la correcta interpretación y ejecución del proyecto, así como impartir las soluciones aclaratorias que fueran necesarias, consignando en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas que se estimara oportunas reseñar para la correcta interpretación de lo proyectado, sin perjuicio de efectuar todas las aclaraciones y órdenes verbales que estimare oportuno.

-Firmar el Acta de replanteo o de comienzo de obra y el Certificado Final de Obra, así como firmar el visto bueno de las certificaciones parciales referidas al porcentaje de obra efectuada y, en su caso y a instancias del Promotor, la supervisión de la documentación que se le presente relativa a las unidades de obra realmente ejecutadas previa a su liquidación final, todo ello con los visados que en su caso fueran preceptivos.

-Informar puntualmente al Promotor de aquellas modificaciones sustanciales que por razones técnicas o normativas, conlleven una variación de lo construido con respecto al proyecto básico y de ejecución y que afecten o puedan afectar al contrato suscrito entre el promotor y los destinatarios finales de la instalación.

-Redactar la documentación final de obra, en lo que respecta a la documentación gráfica y escrita del proyecto ejecutado, incorporando las modificaciones efectuadas. Para ello los técnicos redactores de proyectos y/o estudios complementarios deberán obligatoriamente entregarle la documentación final en la que se haga constar el estado final de las obras y/o instalaciones por ellos redactadas, supervisadas y realmente ejecutadas, siendo responsabilidad de los firmantes la veracidad y exactitud de los documentos presentados. Al Proyecto Final de Obra se anexará el Acta de Recepción Final; la relación identificativa de los agentes que han intervenido en el proceso de edificación, incluidos todos los subcontratistas y oficios intervinientes; las instrucciones de Uso y Mantenimiento de la instalación, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

Además de todas las facultades que corresponden al Arquitecto Director de Obra, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección mediata, denominada alta dirección en lo que al cumplimiento de las directrices generales del proyecto se refiere, y a la adecuación de lo construido a éste.

Cabe señalar expresamente que la resistencia al cumplimiento de las órdenes de los Arquitectos Directores de Obra en su labor de alta dirección se considerará como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá recusar al Contratista y/o acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el Contratista de las consecuencias legales y económicas.

#### **1.2.6.5. El Director de Ejecución de Obra**

Acontece al Ingeniero. Según se establece en el Artículo 13 de la LOE y demás legislación vigente al efecto, las atribuciones competenciales y obligaciones que se señalan a continuación:

-La Dirección inmediata de la Obra.

-Verificar personalmente la recepción a pie de obra, previo a su acopio o colocación definitiva, de todos los productos y materiales suministrados necesarios para la ejecución de la obra, comprobando que se ajustan con precisión a las determinaciones del proyecto y a las normas exigibles de calidad, con la plena potestad de aceptación o rechazo de los mismos en caso de que lo considerase oportuno y por causa justificada, ordenando la realización de pruebas y ensayos que fueran necesarios.

-Dirigir la ejecución material de la obra de acuerdo con las especificaciones de la memoria y de los planos del Proyecto, así como, en su caso, con las instrucciones complementarias necesarias que recabara del Director de Obra.

-Anticiparse con la antelación suficiente a las distintas fases de la puesta en obra, requiriendo las aclaraciones al Arquitecto o Arquitectos Directores de Obra, si aplica que fueran necesarias y planificando de manera anticipada y continuada con el Contratista principal y los subcontratistas los trabajos a efectuar.

-Comprobar los replanteos, los materiales, hormigones y demás productos suministrados, exigiendo la presentación de los oportunos certificados de idoneidad de los mismos.

-Verificar la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, extendiéndose dicho cometido a todos los elementos de cimentación y estructura horizontal y vertical, con comprobación de sus especificaciones concretas de

dimensionado de elementos, tipos de viguetas y adecuación a ficha técnica homologada, diámetros nominales, longitudes de anclaje y adecuados solape y doblado de barras.

-Cumplimiento de todas las normativas que son de aplicación; a dimensiones parciales y totales de elementos, a su forma y geometría específica, así como a las distancias que deben guardarse entre ellos, tanto en horizontal como en vertical.

-Asistir a la obra con la frecuencia, dedicación y diligencia necesarias para cumplir eficazmente la debida supervisión de la ejecución de la misma en todas sus fases, desde el replanteo inicial hasta la total finalización del edificio, dando las órdenes precisas de ejecución al Contratista y, en su caso, a los subcontratistas. Consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas que considerara oportuno reseñar para la correcta ejecución material de las obras.

-Supervisar posteriormente el correcto cumplimiento de las órdenes previamente efectuadas y la adecuación de lo realmente ejecutado a lo ordenado previamente.

-Verificar el adecuado trazado de instalaciones, conductos, acometidas, redes de evacuación y su dimensionado, comprobando su idoneidad y ajuste tanto a las especificaciones del proyecto de ejecución como de los proyectos parciales, coordinando dichas actuaciones con los técnicos redactores correspondientes.

-Detener la Obra si, a su juicio, existiera causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Órdenes y Asistencias, dando cuenta inmediata a los Directores de Obra que deberán necesariamente corroborarla para su plena efectividad, y al Promotor.

-Supervisar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, respecto a lo especificado por la normativa vigente, en cuyo cometido y obligaciones tiene legalmente competencia exclusiva, programando bajo su responsabilidad y debidamente coordinado y auxiliado por el Contratista, las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias de elementos estructurales, y la eficacia de las soluciones.

-Informar con prontitud a los Directores de Obra de los resultados de los Ensayos de Control conforme se vaya teniendo conocimiento de los mismos, proponiéndole la realización de pruebas complementarias en caso de resultados adversos.

-Tras la oportuna comprobación, emitir las certificaciones parciales o totales relativas a las unidades de obra realmente ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

-Colaborar activa y positivamente con los restantes agentes intervinientes, sirviendo de nexo de unión entre éstos, el Contratista, los Subcontratistas y el personal de la obra.

-Elaborar y suscribir responsablemente la documentación final de obra relativa a los resultados del Control de Calidad y, en concreto, a aquellos ensayos y verificaciones de ejecución de obra realizados bajo su supervisión.

-Suscribir conjuntamente el Certificado Final de Obra, acreditando con ello su conformidad a la correcta ejecución de las obras y a la comprobación y verificación positiva de los ensayos y pruebas realizadas.

-Si se hiciera caso omiso de las órdenes efectuadas por el Ingeniero, Director de la Ejecución de las Obras, se considerará como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el Contratista de las consecuencias legales y económicas.

#### **1.2.6.6. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la instalación**

Son obligaciones de las entidades o laboratorios de control de calidad:

-Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, el director de la ejecución de las obras.

-Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

#### **1.2.6.7. Los suministradores de productos**

Son obligaciones de los suministradores de producto:

-Realizar las entregas de los productos de acuerdo con las especificaciones del pedido, respondiendo de su origen, identidad y calidad, así como del cumplimiento de las exigencias que, en su caso, establezca la normativa técnica aplicable.

-Facilitar, cuando proceda, las instrucciones de uso y mantenimiento de los productos suministrados, así como las garantías de calidad correspondientes, para su inclusión en la documentación de la obra ejecutada.

#### **1.2.6.8. Los Propietarios y los usuarios**

Son obligaciones de los propietarios y usuarios de la instalación:

-Conservar en buen estado la instalación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada, los seguros y garantías con que esta cuenta.



-La utilización adecuada de la instalación o de parte de la misma de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

### **1.2.7. Documentación final de obra**

Finalizada la obra, el proyecto con la incorporación, en su caso, de las modificaciones debidamente aprobadas, será facilitado al promotor por el Director de Obra para la formalización de los correspondientes trámites administrativos.

A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento de la instalación, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación. Toda la documentación a que hacen referencia los apartados anteriores, será entregada a los usuarios finales.

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la instalación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuente.

## **1.3. Disposiciones económicas**

### **1.3.1. Definición**

Las condiciones económicas fijan el marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra. Tienen un carácter subsidiario respecto al contrato de obra, establecido entre las partes que intervienen, Promotor y Contratista, que es en definitiva el que tiene validez.

### **1.3.2. Contrato de obra**

Se aconseja que se firme el contrato de obra, entre el Promotor y el Contratista, antes de iniciarse las obras, evitando en lo posible la realización de la obra por administración. A la Dirección Facultativa (Director de Obra y Director de Ejecución de la Obra) se le facilitará una copia del contrato de obra, para poder certificar los términos pactados.

Sólo se aconseja contratar por administración aquellas partidas de obra irrelevantes y de difícil cuantificación, o cuando se desee un acabado muy esmerado.

El contrato de obra deberá prever las posibles interpretaciones y discrepancias que pudieran surgir entre las partes, así como garantizar que la Dirección Facultativa pueda, de hecho, COORDINAR, DIRIGIR y CONTROLAR la obra, por lo que es conveniente que se especifiquen y determinen con claridad, como mínimo, los siguientes puntos:

-Documentos a aportar por el Contratista.

-Condiciones de ocupación del edificio e inicio de las obras.

- Determinación de los gastos de enganches y consumos.
- Responsabilidades y obligaciones del Contratista: Legislación laboral.
- Responsabilidades y obligaciones del Promotor.
- Presupuesto del Contratista.
- Revisión de precios.
- Forma de pago: Certificaciones.
- Retenciones en concepto de garantía (nunca menos del 5%).
- Plazos de ejecución: Planning.
- Retraso de la obra: Penalizaciones.
- Recepción de la obra: Provisional y definitiva.
- Litigio entre las partes.

Dado que este Pliego de Condiciones Económicas es complemento del contrato de obra, en caso de que no exista contrato de obra alguno entre las partes se le comunicará a la Dirección Facultativa, que pondrá a disposición de las partes el presente Pliego de Condiciones Económicas que podrá ser usado como base para la redacción del correspondiente contrato de obra.

### **1.3.3. Criterio general**

Todos los agentes que intervienen en el proceso de la construcción, definidos en la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.), tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas, pudiendo exigirse recíprocamente las garantías suficientes para el cumplimiento diligente de sus obligaciones de pago.

### **1.3.4. Fianzas**

El Contratista presentará una fianza con arreglo al procedimiento que se estipule en el contrato de obra:

#### **1.3.4.1. Ejecución de trabajos con carga a la fianza**

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Director de Obra, en nombre y representación del Promotor, 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 Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

#### **1.3.4.2. Devolución de las fianzas**

La fianza recibida será devuelta al Contratista en un plazo establecido en el contrato de obra, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El Promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros y subcontratos.

#### **1.3.4.3. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales**

Si el Promotor, con la conformidad del Director de Obra, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

#### **1.3.5. Precios**

El objetivo principal de la elaboración del presupuesto es anticipar el coste del proceso de construcción de la obra. Descompondremos el presupuesto en unidades de obra, componente menor que se contrata y certifica por separado, y basándonos en esos precios, calcularemos el presupuesto.

##### **1.3.5.1. Precio básico**

Es el precio por unidad (ud, m, kg, etc.) de un material dispuesto a pie de obra, (incluido su transporte a obra, descarga en obra, embalajes, etc.) o el precio por hora de la maquinaria y de la mano de obra.

##### **1.3.5.2. Precio unitario**

Es el precio de una unidad de obra que obtendremos como suma de los siguientes costes:  
-Costes directos: calculados como suma de los productos "precio básico x cantidad" de la mano de obra, maquinaria y materiales que intervienen en la ejecución de la unidad de obra.

-Medios auxiliares: Costes directos complementarios, calculados en forma porcentual como porcentaje de otros componentes, debido a que representan los costes directos que intervienen en la ejecución de la unidad de obra y que son de difícil cuantificación. Son diferentes para cada unidad de obra.

-Costes indirectos: aplicados como un porcentaje de la suma de los costes directos y medios auxiliares, igual para cada unidad de obra debido a que representan los costes de los factores necesarios para la ejecución de la obra que no se corresponden a ninguna unidad de obra en concreto. En relación a la composición de los precios, el vigente Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre) establece que la composición y el cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se base en la determinación de los costes directos

e indirectos precisos para su ejecución, sin incorporar, en ningún caso, el importe del Impuesto sobre el Valor Añadido que pueda gravar las entregas de bienes o prestaciones de servicios realizados.

Considera costes directos:

- La mano de obra que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que quedan integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- 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.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones anteriormente citadas.

Deben incluirse como costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorio, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos.
- Todos estos gastos, excepto aquéllos que se reflejen en el presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el autor del proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada, de la importancia de su presupuesto y de su previsible plazo de ejecución.
- Las características técnicas de cada unidad de obra, en las que se incluyen todas las especificaciones necesarias para su correcta ejecución, se encuentran en el apartado de 'Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.', junto a la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra. Si en la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra no figurase alguna operación necesaria para su correcta ejecución, se entiende que está incluida en el precio de la unidad de obra, por lo que no supondrá cargo adicional o aumento de precio de la unidad de obra contratada.

Para mayor aclaración, se exponen algunas operaciones o trabajos, que se entiende que siempre forman parte del proceso de ejecución de las unidades de obra:

- El transporte y movimiento vertical y horizontal de los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones.
- Eliminación de restos, limpieza final y retirada de residuos a vertedero de obra.
- Transporte de escombros sobrantes a vertedero autorizado.

- Montaje, comprobación y puesta a punto.
- Las correspondientes legalizaciones y permisos en instalaciones.
- Maquinaria, andamiajes y medios auxiliares necesarios.

Trabajos que se considerarán siempre incluidos y para no ser reiterativos no se especifican en cada una de las unidades de obra.

#### **1.3.5.3. Presupuesto de Ejecución Material (PEM)**

Es el resultado de la suma de los precios unitarios de las diferentes unidades de obra que la componen.

Se denomina Presupuesto de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los productos del número de cada unidad de obra por su precio unitario y de las partidas alzadas. Es decir, el coste de la obra sin incluir los gastos generales, el beneficio industrial y el impuesto sobre el valor añadido.

#### **1.3.5.4. Precios contradictorios**

Sólo se producirán precios contradictorios cuando el Promotor, 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 siempre estará obligado a efectuar los cambios indicados.

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 determine el contrato de obra o, en su defecto, antes de quince días hábiles desde que se le comunique fehacientemente al Director de Obra. Si subsiste la diferencia, se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto y, en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiese se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato de obra. Nunca se tomará para la valoración de los correspondientes precios contradictorios la fecha de la ejecución de la unidad de obra en cuestión.

#### **1.3.5.5. Reclamación de aumento de precios**

Si el Contratista, antes de la firma del contrato de obra, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

#### **1.3.5.6. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios**

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres locales 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 Presupuesto y en el criterio de medición en obra recogido en este Pliego de Condiciones.

#### **1.3.5.7. Revisión de los precios contratados**

El presupuesto presentado por el Contratista se entiende que es cerrado, por lo que no se aplicará revisión de precios. Solo se procederá a efectuar revisión de precios cuando haya quedado explícitamente determinado en el contrato de obra entre el Promotor y el Contratista.

#### **1.3.5.8. Acopio de materiales**

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que el Promotor ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el propietario, son de la exclusiva propiedad de éste, siendo el Contratista responsable de su guarda y conservación.

#### **1.3.6. Obras por administración**

Se denominan "Obras por administración" aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el Promotor, bien por sí mismo, por un representante suyo o por mediación de un Contratista.

Las obras por administración se clasifican en dos modalidades:

- Obras por administración directa.
- Obras por administración delegada o indirecta.

Según la modalidad de contratación, en el contrato de obra se regulará:

- Su liquidación.
- El abono al Contratista de las cuentas de administración delegada.
- Las normas para la adquisición de los materiales y aparatos.
- Responsabilidades del Contratista en la contratación por administración en general y, en particular, la debida al bajo rendimiento de los obreros.

#### **1.3.7. Valoración y abono de los trabajos**

##### **1.3.7.1. Forma y plazos de abono de las obras**

Se realizará por certificaciones de obra y se recogerán las condiciones en el contrato de obra establecido entre las partes que intervienen (Promotor y Contratista) que, en definitiva, es el que tiene validez.

Los pagos se efectuarán por la propiedad en los plazos previamente establecidos en el contrato de obra, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de la obra conformadas por el Director de Ejecución de la Obra, en virtud de las cuáles se verifican aquéllos.

El Director de Ejecución de la Obra realizará, en la forma y condiciones que establezca el criterio de medición en obra incorporado en las Prescripciones en cuanto a la Ejecución por unidad de obra, la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el período de tiempo anterior, pudiendo el Contratista presenciar la realización de tales mediciones.

Para las obras o partes de obra que, por sus dimensiones y características, hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el contratista está obligado a avisar al Director de Ejecución de la Obra con la suficiente antelación, a fin de que éste pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definan, cuya conformidad suscribirá el Contratista.

A falta de aviso anticipado, cuya existencia corresponde probar al Contratista, queda éste obligado a aceptar las decisiones del Promotor sobre el particular.

#### **1.3.7.2. Relaciones valoradas y certificaciones**

En los plazos fijados en el contrato de obra entre el Promotor y el Contratista, este último formulará una relación valorada de las obras ejecutadas durante las fechas previstas, según la medición practicada por el Director de Ejecución de la Obra.

Las certificaciones de obra serán el resultado de aplicar, a la cantidad de obra realmente ejecutada, los precios contratados de las unidades de obra. Sin embargo, los excesos de obra realizada en unidades, que sean imputables al Contratista, no serán objeto de certificación alguna.

Los pagos se efectuarán por el Promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá al de las certificaciones de obra, conformadas por la Dirección Facultativa. Tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la Liquidación Final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones parciales la aceptación, la aprobación, ni la recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo al que la valoración se refiere. Si la Dirección Facultativa lo exigiera, las certificaciones se extenderán a origen.

#### **1.3.7.3. Mejoras de obras libremente ejecutadas**

Cuando el Contratista, incluso con la autorización del Director de Obra, emplease materiales de más esmerada preparación de mayor tamaño que el señalado en el proyecto, sustituyese una clase de fábrica por otra que tuviese asignado mayor precio, ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin solicitársela, cualquier otra modificación que sea beneficiosa a juicio de la Dirección

Facultativa, no tendrá derecho 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.

#### **1.3.7.4. Abonos de trabajos presupuestados con partidaalzada**

El abono de los trabajos presupuestados en partidaalzada se efectuará previa justificación por parte del Contratista. Para ello, el Director de Obra indicará al Contratista, con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta.

#### **1.3.7.5. Abono de trabajos especiales no contratados**

Cuando fuese preciso efectuar cualquier tipo de trabajo de índole especial u ordinaria que, por no estar contratado, no sea de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por la Propiedad por separado y en las condiciones que se estipulen en el contrato de obra.

#### **1.3.7.6. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía**

Efectuada la recepción provisional, y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

-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 abonados de acuerdo con lo establecido en el presente Pliego de Condiciones, sin estar sujetos a revisión de precios.

-Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el Promotor, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.

-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.

#### **1.3.8. Indemnizaciones mutuas**

##### **1.3.8.1. Indemnización por retraso del plazo de fin de obras**

Si, por causas imputables al Contratista, las obras sufrieran un retraso en su finalización con relación al plazo de ejecución previsto, el Promotor podrá imponer al Contratista, con cargo a la última certificación, las penalizaciones establecidas en el contrato, que nunca serán inferiores al perjuicio que pudiera causar el retraso de la obra.



### **1.3.8.2. Indemnización por demora de los pagos por parte del Promotor**

Se regulará en el contrato de obra las condiciones a cumplir por parte de ambos.

### **1.3.9. Varios**

#### **1.3.9.1. Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra**

Sólo se admitirán mejoras de obra, en el caso que el Director de Obra haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como de los materiales y maquinaria previstos en el contrato.

Sólo se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, en el caso que el Director de Obra haya ordenado por escrito la ampliación de las contratadas como consecuencia de observar errores en las mediciones de proyecto.

En ambos 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 maquinaria ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirá el mismo criterio y procedimiento, cuando el Director de Obra introduzca innovaciones que supongan una reducción en los importes de las unidades de obra contratadas.

#### **1.3.9.2. Unidades de obra defectuosas**

Las obras defectuosas no se valorarán.

#### **1.3.9.3. Seguro de las obras**

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

#### **1.3.9.4. Conservación de la obra**

El Contratista está obligado a conservar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

#### **1.3.9.5. Uso por el Contratista del edificio o bienes del Promotor**

No podrá el Contratista hacer uso de edificios o bienes del Promotor durante la ejecución de las obras sin el consentimiento del mismo.

Al abandonar el Contratista la instalación, tanto por buena terminación de las obras, como por resolución del contrato, está obligado a dejarlo en buen estado en el plazo que se estipule en el contrato de obra.

#### **1.3.9.6. Pago de arbitrios**

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del Contratista, siempre que en el contrato de obra no se estipule lo contrario.

#### **1.3.10. Retenciones en concepto de garantía**

Del importe total de las certificaciones se descontará un porcentaje, que se retendrá en concepto de garantía. Este valor no deberá ser nunca menor del cinco por cien (5%) y responderá de los trabajos mal ejecutados y de los perjuicios que puedan ocasionarle al Promotor.

Esta retención en concepto de garantía quedará en poder del Promotor durante el tiempo designado como periodo de garantía, pudiendo ser dicha retención, "en metálico" o mediante un aval bancario que garantice el importe total de la retención.

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 representación del Promotor, 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 Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

La fianza retenida en concepto de garantía será devuelta al Contratista en el plazo estipulado en el contrato, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas atribuibles a la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros o subcontratos.

#### **1.3.11. Plazos de ejecución: Planing de la obra**

En el contrato de obra deberán figurar los plazos de ejecución y entregas, tanto totales como parciales. Además, será conveniente adjuntar al respectivo contrato un Planning de la ejecución de la obra donde figuren de forma gráfica y detallada la duración de las distintas partidas de obra que deberán conformar las partes contratantes.

#### **1.3.12. Liquidación económica de las obras**

Simultáneamente al libramiento de la última certificación, se procederá al otorgamiento del Acta de Liquidación Económica de las obras, que deberán firmar el Promotor y el Contratista. En este acto se dará por terminada la obra y se entregarán, en su caso, los manuales, los correspondientes boletines debidamente cumplimentados de acuerdo a la

Normativa Vigente, así como los proyectos Técnicos y permisos de las instalaciones contratadas.

Dicha Acta de Liquidación Económica servirá de Acta de Recepción Provisional de las obras, para lo cual será conformada por el Promotor, el Contratista, el Director de Obra y el Director de Ejecución de la Obra, quedando desde dicho momento la conservación y custodia de las mismas a cargo del Promotor.

La citada recepción de las obras, provisional y definitiva, queda regulada según se describe en las Disposiciones Generales del presente Pliego.

### **1.3.13. Liquidación final de la obra**

Entre el Promotor y Contratista, la liquidación de la obra deberá hacerse de acuerdo con las certificaciones conformadas por la Dirección de Obra. Si la liquidación se realizara sin el visto bueno de la Dirección de Obra, ésta solo mediará en caso de desavenencia o desacuerdo, en el recurso ante los Tribunales.

## **2. Pliego de condiciones técnicas particulares**

El objeto del presente documento es reflejar los requisitos técnicos básicos para realizar la instalación y puesta en marcha de la planta de tratamiento de residuos para obtener el polvo granulado deseado.

### **2.1. Prescripción sobre los materiales**

Para facilitar la labor a realizar, por parte del Director de la Ejecución de la Obra, para el control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren a la obra de acuerdo con lo especificado en el artículo 7.2. del CTE, en el presente proyecto se especifican las características técnicas que deberán cumplir los productos, equipos y sistemas suministrados.

Los productos, equipos y sistemas suministrados deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifican en los distintos documentos que componen el Proyecto. Asimismo, sus calidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén publicadas y que tendrán un carácter de complementariedad a este apartado del Pliego. Tendrán preferencia en cuanto a su aceptabilidad aquellos materiales que estén en posesión de Documento de Idoneidad Técnica que avale sus calidades, emitido por Organismos Técnicos reconocidos.

Este control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas comprenderá según el artículo 7.2. del CTE:

-El control de la documentación de los suministros, realizado de acuerdo con el artículo 7.2.1.

-El control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad, según el artículo 7.2.2.

-El control mediante ensayos, conforme al artículo 7.2.3.

Por parte del Constructor o Contratista debe existir obligación de comunicar a los suministradores de productos las cualidades que se exigen para los distintos materiales, aconsejándose que previamente al empleo de los mismos se solicite la aprobación del Director de Ejecución de la Obra y de las entidades y laboratorios encargados del control de calidad de la obra.

El Contratista será responsable de que los materiales empleados cumplan con las condiciones exigidas, independientemente del nivel de control de calidad que se establezca para la aceptación de los mismos.

El Contratista notificará al Director de Ejecución de la Obra, con suficiente antelación, la procedencia de los materiales que se proponga utilizar, aportando, cuando así lo solicite el Director de Ejecución de la Obra, las muestras y datos necesarios para decidir acerca de su aceptación.

Estos materiales serán reconocidos por el Director de Ejecución de la Obra antes de su empleo en obra, sin cuya aprobación no podrán ser acopiados en obra ni se podrá proceder a su colocación. Así mismo, aún después de colocados en obra, aquellos materiales que presenten defectos no percibidos en el primer reconocimiento, siempre que vaya en perjuicio del buen acabado de la obra, serán retirados de la obra. Todos los gastos que ello ocasionase serán a cargo del Contratista.

El hecho de que el Contratista subcontrate cualquier partida de obra no le exime de su responsabilidad.

La simple inspección o examen por parte de los Técnicos no supone la recepción absoluta de los mismos, siendo los oportunos ensayos los que determinen su idoneidad, no extinguiéndose la responsabilidad contractual del Contratista a estos efectos hasta la recepción definitiva de la obra.

### **2.1.1. Garantías de calidad**

El término producto de construcción queda definido como cualquier producto fabricado para su incorporación, con carácter permanente, a las obras de edificación e ingeniería civil que tengan incidencia sobre los siguientes requisitos esenciales:

-Resistencia mecánica y estabilidad.

-Higiene, salud y medioambiente.

-Seguridad en caso de incendio.

- Seguridad de utilización.
- Protección contra el ruido.
- Ahorro de energía y aislamiento térmico.

El marcado CE de un producto de construcción indica:

-Que este cumple con unas determinadas especificaciones técnicas relacionadas con los requisitos esenciales contenidos en las Normas Armonizadas (EN) y en las Guías DITE (Guías para el Documento de Idoneidad Técnica Europeo).

-Que se ha cumplido el sistema de evaluación de la conformidad establecido por la correspondiente Decisión de la Comisión Europea. Siendo el fabricante el responsable de su fijación y la Administración competente en materia de industria la que vele por la correcta utilización del marcado CE.

Es obligación del Director de la Ejecución de la Obra verificar si los productos que entran en la obra están afectados por el cumplimiento del sistema del marcado CE y, en caso de ser así, si se cumplen las condiciones establecidas en el Real Decreto 1630/ 1992 por el que se transpone a nuestro ordenamiento legal la Directiva de Productos de Construcción 89/1 06/CEE.

El marcado CE se materializa mediante el símbolo "CE" acompañado de una información complementaria. El fabricante debe cuidar de que el marcado CE figure, por orden de preferencia:

- En el producto propiamente dicho.
- En una etiqueta adherida al mismo.
- En su envase o embalaje.
- En la documentación comercial que le acompaña.

Además del símbolo CE deben estar situadas en una de las cuatro posibles localizaciones una serie de inscripciones complementarias, cuyo contenido específico se determina en las normas armonizadas y Guías DITE para cada familia de productos, entre las que se incluyen:

- El número de identificación del organismo notificado (cuando proceda).
- El nombre comercial o la marca distintiva del fabricante.
- La dirección del fabricante.
- El nombre comercial o la marca distintiva de la fábrica.
- Las dos últimas cifras del año en el que se ha estampado el marcado en el producto.
- El número del certificado CE de conformidad (cuando proceda).

-El número de la norma armonizada y en caso de verse afectada por varias los números de todas ellas.

-La designación del producto, su uso previsto y su designación normalizada.

-Información adicional que permita identificar las características del producto atendiendo a sus especificaciones técnicas.

Las inscripciones complementarias del mercado CE no tienen por qué tener un formato, tipo de letra, color o composición especial, debiendo cumplir únicamente las características reseñadas anteriormente para el símbolo.

Dentro de las características del producto podemos encontrar que alguna de ellas presente la mención "Prestación no determinada" (PND).

La opción PND es una clase que puede ser considerada si al menos un estado miembro no tiene requisitos legales para una determinada característica y el fabricante no desea facilitar el valor de esa característica.

## **2.1.2. Hormigones**

### **2.1.2.1. Hormigón estructural**

#### **2.1.2.1.1. Condiciones de suministro**

El hormigón se debe transportar utilizando procedimientos adecuados para conseguir que las masas lleguen al lugar de entrega en las condiciones estipuladas, sin experimentar variación sensible en las características que poseían recién amasadas.

Cuando el hormigón se amasa completamente en central y se transporta en amasadoras móviles, el volumen de hormigón transportado no deberá exceder del 80% del volumen total del tambor. Cuando el hormigón se amasa, o se termina de amasar, en amasadora móvil, el volumen no excederá de los dos tercios del volumen total del tambor.

Los equipos de transporte deberán estar exentos de residuos de hormigón o mortero endurecido, para lo cual se limpiarán cuidadosamente antes de proceder a la carga de una nueva masa fresca de hormigón. Asimismo, no deberán presentar desperfectos o desgastes en las paletas o en su superficie interior que puedan afectar a la homogeneidad del hormigón.

El transporte podrá realizarse en amasadoras móviles, a la velocidad de agitación, o en equipos con o sin agitadores, siempre que tales equipos tengan superficies lisas y redondeadas y sean capaces de mantener la homogeneidad del hormigón durante el transporte y la descarga.

#### **2.1.2.1.2. Recepción y control**

Documentación de los suministros:

Los suministradores entregarán al Constructor, quién los facilitará a la Dirección Facultativa, cualquier documento de identificación del producto exigido por la reglamentación aplicable o, en su caso, por el proyecto o por la Dirección Facultativa. Se facilitarán los siguientes documentos:

Antes del suministro:

Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente.

Se entregarán los certificados de ensayo que garanticen el cumplimiento de lo establecido en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Durante el suministro:

Cada carga de hormigón fabricado en central, tanto si ésta pertenece o no a las instalaciones de obra, irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la Dirección de Obra, y en la que deberán figurar, como mínimo, los siguientes datos:

- Nombre de la central de fabricación de hormigón.
- Número de serie de la hoja de suministro.
- Fecha de entrega.
- Nombre del peticionario y del responsable de la recepción.
- Especificación del hormigón.
- En el caso de que el hormigón se designe por propiedades:
  - Designación.
  - Contenido de cemento en kilos por metro cúbico ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) de hormigón, con una tolerancia de  $\pm 15$  kg.
  - Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de  $\pm 0,02$ .

En el caso de que el hormigón se designe por dosificación:

- Contenido de cemento por metro cúbico de hormigón.
- Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de  $\pm 0,02$ .
- Tipo de ambiente.
- Tipo, clase y marca del cemento.
- Consistencia.
- Tamaño máximo del árido.
- Tipo de aditivo, si lo hubiere, y en caso contrario indicación expresa de que no contiene.
- Procedencia y cantidad de adición (cenizas volantes o humo de sílice) si la hubiere y, en caso contrario, indicación expresa de que no contiene.

- Designación específica del lugar del suministro (nombre y lugar).
- Cantidad de hormigón que compone la carga, expresada en metros cúbicos de hormigón fresco.
- Identificación del camión hormigonera (o equipo de transporte) y de la persona que proceda a la descarga.
- Hora límite de uso para el hormigón.

Después del suministro:

- El certificado de garantía del producto suministrado, firmado por persona física con poder de representación suficiente.

Ensayos:

- La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

#### **2.1.2.1.3. Conservación, almacenamiento y manipulación**

En el vertido y colocación de las masas, incluso cuando estas operaciones se realicen de un modo continuo mediante conducciones apropiadas, se adoptarán las debidas precauciones para evitar la disgregación de la mezcla.

#### **2.1.2.1.4. Recomendaciones para su uso en obra**

El tiempo transcurrido entre la adición de agua de amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media. En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior, a menos que se adopten medidas especiales que, sin perjudicar la calidad del hormigón, aumenten el tiempo de fraguado.

Hormigonado en tiempo frío:

La temperatura de la masa de hormigón, en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a 5°C.

Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos (armaduras, moldes, etc.) cuya temperatura sea inferior a cero grados centígrados.

En general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de cero grados centígrados.

En los casos en que, por absoluta necesidad, se hormigone en tiempo de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que, durante el fraguado y primer endurecimiento del hormigón, no se producirán deterioros locales en los elementos



correspondientes, ni mermas permanentes apreciables de las características resistentes del material.

Hormigonado en tiempo caluroso:

Si la temperatura ambiente es superior a 40°C o hay un viento excesivo, se suspenderá el hormigonado, salvo que, previa autorización expresa de la Dirección de Obra, se adopten medidas especiales.

### **2.1.3. Aceros para hormigón armado**

#### **2.1.3.1. Aceros corrugados**

##### **2.1.3.1.1. Condiciones de suministro**

Los aceros se deben transportar protegidos adecuadamente contra la lluvia y la agresividad de la atmósfera ambiental.

##### **2.1.3.1.2. Recepción y control**

Documentación de los suministros:

Los suministradores entregarán al Constructor, quién los facilitará a la Dirección Facultativa, cualquier documento de identificación del producto exigido por la reglamentación aplicable o, en su caso, por el proyecto o por la Dirección Facultativa. Se facilitarán los siguientes documentos:

Antes del suministro:

Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente.

Hasta la entrada en vigor del mercado CE, se adjuntarán los certificados de ensayo que garanticen el cumplimiento de las siguientes características:

Características mecánicas mínimas garantizadas por el fabricante.

Ausencia de grietas después del ensayo de doblado-desdoblado.

Aptitud al doblado simple.

Los aceros soldables con características especiales de ductilidad deberán cumplir los requisitos de los ensayos de fatiga y deformación alternativa.

Características de adherencia. Cuando el fabricante garantice las características de adherencia mediante el ensayo de la viga, presentará un certificado de homologación de adherencia, en el que constará, al menos:

Marca comercial del acero.

Forma de suministro: barra o rollo.

Límites admisibles de variación de las características geométricas de los resaltos.

Composición química.

En la documentación, además, constará:

El nombre del laboratorio. En el caso de que no se trate de un laboratorio público, declaración de estar acreditado para el ensayo referido.

Fecha de emisión del certificado.

Durante el suministro:

Las hojas de suministro de cada partida o remesa.

Hasta la entrada en vigor del marcado CE, se adjuntará una declaración del sistema de identificación del acero que haya empleado el fabricante.

La clase técnica se especificará mediante un código de identificación del tipo de acero mediante engrosamientos u omisiones de corrugas o grafilas. Además, las barras corrugadas deberán llevar grabadas las marcas de identificación que incluyen información sobre el país de origen y el fabricante.

En el caso de que el producto de acero corrugado sea suministrado en rollo o proceda de operaciones de enderezado previas a su suministro, deberá indicarse explícitamente en la correspondiente hoja de suministro.

En el caso de barras corrugadas en las que, dadas las características del acero, se precise de procedimientos especiales para el proceso de soldadura, el fabricante deberá indicarlos.

Después del suministro:

El certificado de garantía del producto suministrado, firmado por persona física con poder de representación suficiente.

Distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica:

En su caso, los suministradores entregarán al Constructor, quién la facilitará a la Dirección Facultativa, una copia compulsada por persona física de los certificados que avalen que los productos que se suministrarán están en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, donde al menos constará la siguiente información:

Identificación de la entidad certificadora.

Logotipo del distintivo de calidad.

Identificación del fabricante.

Alcance del certificado.

Garantía que queda cubierta por el distintivo (nivel de certificación).

Número de certificado.

Fecha de expedición del certificado.

Antes del inicio del suministro, la Dirección Facultativa valorará, en función del nivel de garantía del distintivo y de acuerdo con lo indicado en el proyecto y lo establecido en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08), si la documentación aportada es suficiente para la aceptación del producto suministrado o, en su caso, qué comprobaciones deben efectuarse.

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

En el caso de efectuarse ensayos, los laboratorios de control facilitarán sus resultados acompañados de la incertidumbre de medida para un determinado nivel de confianza, así como la información relativa a las fechas, tanto de la entrada de la muestra en el laboratorio como de la realización de los ensayos.

Las entidades y los laboratorios de control de calidad entregarán los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, a la Dirección Facultativa.

#### **2.1.3.1.3. Conservación, almacenamiento y manipulación**

Durante el almacenamiento las armaduras se protegerán adecuadamente contra la lluvia y de la agresividad de la atmósfera ambiental. Hasta el momento de su empleo, se conservarán en obra, cuidadosamente clasificadas según sus tipos, calidades, diámetros y procedencias, para garantizar la necesaria trazabilidad.

Antes de su utilización y especialmente después de un largo periodo de almacenamiento en obra, se examinará el estado de su superficie, con el fin de asegurarse de que no presenta alteraciones perjudiciales. Una ligera capa de óxido en la superficie de las barras no se considera perjudicial para su utilización. Sin embargo, no se admitirán pérdidas de peso por oxidación superficial, comprobadas después de una limpieza con cepillo de alambres hasta quitar el óxido adherido, que sean superiores al 1% respecto al peso inicial de la muestra.

En el momento de su utilización, las armaduras pasivas deben estar exentas de sustancias extrañas en su superficie tales como grasa, aceite, pintura, polvo, tierra o cualquier otro material perjudicial para su buena conservación o su adherencia.

La elaboración de armaduras mediante procesos de ferralla requiere disponer de unas instalaciones que permitan desarrollar, al menos, las siguientes actividades:

Almacenamiento de los productos de acero empleados.

Proceso de enderezado, en el caso de emplearse acero corrugado suministrado en rollo.

Procesos de corte, doblado, soldadura y armado, según el caso.

#### **2.1.3.1.4. Recomendaciones para su uso en obra**

Para prevenir la corrosión, se deberá tener en cuenta todas las consideraciones relativas a los espesores de recubrimiento.

Con respecto a los materiales empleados, se prohíbe poner en contacto las armaduras con otros metales de muy diferente potencial galvánico.

Se prohíbe emplear materiales componentes (agua, áridos, aditivos y/o adiciones) que contengan iones despasivantes, como cloruros, sulfuros y sulfatos, en proporciones superiores a las establecidas.

#### **2.1.3.2. Mallas electrosoldadas**

##### **2.1.3.2.1. Condiciones de suministro**

Las mallas se deben transportar protegidas adecuadamente contra la lluvia y la agresividad de la atmósfera ambiental.

##### **2.1.3.2.2. Recepción y control**

Documentación de los suministros:

Los suministradores entregarán al Constructor, quién los facilitará a la Dirección Facultativa, cualquier documento de identificación del producto exigido por la reglamentación aplicable o, en su caso, por el proyecto o por la Dirección Facultativa. Se facilitarán los siguientes documentos:

Antes del suministro:

Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente.

Hasta la entrada en vigor del mercado CE, se adjuntará un certificado de garantía del fabricante firmado por persona física con representación suficiente y que abarque todas las características contempladas en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Se entregará copia de documentación relativa al acero para armaduras pasivas.

Durante el suministro:

Las hojas de suministro de cada partida o remesa.

Hasta la entrada en vigor del mercado CE, se adjuntará una declaración del sistema de identificación del acero que haya empleado el fabricante.

Las clases técnicas se especificarán mediante códigos de identificación de los tipos de acero empleados en la malla mediante los correspondientes engrosamientos u omisiones de corrugas o grafilas. Además, las barras corrugadas o los alambres, en su caso, deberán llevar grabadas las marcas de identificación que incluyen información sobre el país de origen y el fabricante.

Después del suministro:

El certificado de garantía del producto suministrado, firmado por persona física con poder de representación suficiente.

Distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica:

En su caso, los suministradores entregarán al Constructor, quién la facilitará a la Dirección Facultativa, una copia compulsada por persona física de los certificados que avalen que los productos que se suministrarán están en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, donde al menos constará la siguiente información:

Identificación de la entidad certificadora.

Logotipo del distintivo de calidad.

Identificación del fabricante.

Alcance del certificado.

Garantía que queda cubierta por el distintivo (nivel de certificación).

Número de certificado.

Fecha de expedición del certificado.

Antes del inicio del suministro, la Dirección Facultativa valorará, en función del nivel de garantía del distintivo y de acuerdo con lo indicado en el proyecto y lo establecido en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08), si la documentación aportada es suficiente para la aceptación del producto suministrado o, en su caso, qué comprobaciones deben efectuarse.

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

En el caso de efectuarse ensayos, los laboratorios de control facilitarán sus resultados acompañados de la incertidumbre de medida para un determinado nivel de confianza, así como la información relativa a las fechas, tanto de la entrada de la muestra en el laboratorio como de la realización de los ensayos.

Las entidades y los laboratorios de control de calidad entregarán los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, a la Dirección Facultativa.

#### **2.1.3.2.3. Conservación, almacenamiento y manipulación**

Durante el almacenamiento las armaduras se protegerán adecuadamente contra la lluvia, y de la agresividad de la atmósfera ambiental. Hasta el momento de su empleo, se conservarán en obra, cuidadosamente clasificadas según sus tipos, calidades, diámetros y procedencias, para garantizar la necesaria trazabilidad.

Antes de su utilización y especialmente después de un largo periodo de almacenamiento en obra, se examinará el estado de su superficie, con el fin de asegurarse de que no presenta alteraciones perjudiciales. Una ligera capa de óxido en la superficie de las barras no se considera perjudicial para su utilización. Sin embargo, no se admitirán pérdidas de peso por oxidación superficial, comprobadas después de una limpieza con cepillo de alambres hasta quitar el óxido adherido, que sean superiores al 1% respecto al peso inicial de la muestra.

En el momento de su utilización, las armaduras pasivas deben estar exentas de sustancias extrañas en su superficie tales como grasa, aceite, pintura, polvo, tierra o cualquier otro material perjudicial para su buena conservación o su adherencia.

#### **2.1.3.2.4. Recomendaciones para su uso en obra**

Para prevenir la corrosión, se deberá tener en cuenta todas las consideraciones relativas a los espesores de recubrimiento.

Con respecto a los materiales empleados, se prohíbe poner en contacto las armaduras con otros metales de muy diferente potencial galvánico.

Se prohíbe emplear materiales componentes (agua, áridos, aditivos y/o adiciones) que contengan iones despasivantes, como cloruros, sulfuros y sulfatos, en proporciones superiores a las establecidas.

#### **2.1.4. Morteros**

##### **2.1.4.1. Morteros hechos en obra**

###### **2.1.4.1.1. Condiciones de suministro**

El conglomerante (cal o cemento) se debe suministrar:

En sacos de papel o plástico, adecuados para que su contenido no sufra alteración.

O a granel, mediante instalaciones especiales de transporte y almacenamiento que garanticen su perfecta conservación.

La arena se debe suministrar a granel, mediante instalaciones especiales de transporte y almacenamiento que garanticen su perfecta conservación.

El agua se debe suministrar desde la red de agua potable.

###### **2.1.4.1.2. Recepción y control**

Documentación de los suministros:

Si ciertos tipos de mortero necesitan equipamientos, procedimientos o tiempos de amasado especificados para el amasado en obra, se deben especificar por el fabricante. El tiempo de amasado se mide a partir del momento en el que todos los componentes se han adicionado.

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

#### **2.1.4.1.3. Conservación, almacenamiento y manipulación**

Los morteros deben estar perfectamente protegidos del agua y del viento, ya que, si se encuentran expuestos a la acción de este último, la mezcla verá reducido el número de finos que la componen, deteriorando sus características iniciales y por consiguiente no podrá ser utilizado. Es aconsejable almacenar los morteros secos en silos.

#### **2.1.4.1.4. Recomendaciones para su uso en obra**

Para elegir el tipo de mortero apropiado se tendrá en cuenta determinadas propiedades, como la resistencia al hielo y el contenido de sales solubles en las condiciones de servicio en función del grado de exposición y del riesgo de saturación de agua.

En condiciones climatológicas adversas, como lluvia, helada o excesivo calor, se tomarán las medidas oportunas de protección.

El amasado de los morteros se realizará preferentemente con medios mecánicos. La mezcla debe ser batida hasta conseguir su uniformidad, con un tiempo mínimo de 1 minuto. Cuando el amasado se realice a mano, se hará sobre una plataforma impermeable y limpia, realizando como mínimo tres batidas.

El mortero se utilizará en las dos horas posteriores a su amasado. Si es necesario, durante este tiempo se le podrá agregar agua para compensar su pérdida. Pasadas las dos horas, el mortero que no se haya empleado se desechará.

### **2.1.5. Conglomerantes**

#### **2.1.5.1. Cemento**

##### **2.1.5.1.1. Condiciones de suministro**

El cemento se suministra a granel o envasado.

El cemento a granel se debe transportar en vehículos, cubas o sistemas similares adecuados, con el hermetismo, seguridad y almacenamiento tales que garanticen la perfecta conservación del cemento, de forma que su contenido no sufra alteración, y que no alteren el medio ambiente.

El cemento envasado se debe transportar mediante palets o plataformas similares, para facilitar tanto su carga y descarga como su manipulación, y así permitir mejor trato de los envases.

El cemento no llegará a la obra u otras instalaciones de uso excesivamente caliente. Se recomienda que, si su manipulación se va a realizar por medios mecánicos, su temperatura no exceda de 70°C, y si se va a realizar a mano, no exceda de 40°C.

Cuando se prevea que puede presentarse el fenómeno de falso fraguado, deberá comprobarse, con anterioridad al empleo del cemento, que éste no presenta tendencia a experimentar dicho fenómeno.

#### **2.1.5.1.2. Recepción y control**

Documentación de los suministros:

Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.

A la entrega del cemento, ya sea el cemento expedido a granel o envasado, el suministrador aportará un albarán que incluirá, al menos, los siguientes datos:

1. Número de referencia del pedido.
2. Nombre y dirección del comprador y punto de destino del cemento.
3. Identificación del fabricante y de la empresa suministradora.
4. Designación normalizada del cemento suministrado.
5. Cantidad que se suministra.
6. En su caso, referencia a los datos del etiquetado correspondiente al marcado CE.
7. Fecha de suministro.
8. Identificación del vehículo que lo transporta (matrícula).

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la Instrucción

para la recepción de cementos (RC-08).

#### **2.1.5.1.3. Conservación, almacenamiento y manipulación**

Los cementos a granel se almacenarán en silos estancos y se evitará, en particular, su contaminación con otros cementos de tipo o clase de resistencia distintos. Los silos deben estar protegidos de la humedad y tener un sistema o mecanismo de apertura para la carga en condiciones adecuadas desde los vehículos de transporte, sin riesgo de alteración del cemento.

En cementos envasados, el almacenamiento deberá realizarse sobre palets o plataforma similar, en locales cubiertos, ventilados y protegidos de las lluvias y de la exposición directa del sol. Se evitarán especialmente las ubicaciones en las que los envases puedan



estar expuestos a la humedad, así como las manipulaciones durante su almacenamiento que puedan dañar el envase o la calidad del cemento.

Las instalaciones de almacenamiento, carga y descarga del cemento dispondrán de los dispositivos adecuados para minimizar las emisiones de polvo a la atmósfera.

Aún en el caso de que las condiciones de conservación sean buenas, el almacenamiento del cemento no debe ser muy prolongado, ya que puede meteorizarse. El almacenamiento máximo aconsejable es de tres meses, dos meses y un mes, respectivamente, para las clases resistentes 32,5, 42,5 y 52,5. Si el periodo de almacenamiento es superior, se comprobará que las características del cemento continúan siendo adecuadas. Para ello, dentro de los veinte días anteriores a su empleo, se realizarán los ensayos de determinación de principio y fin de fraguado y resistencia mecánica inicial a 7 días (si la clase es 32,5) ó 2 días (para todas las demás clases) sobre una muestra representativa del cemento almacenado, sin excluir los terrones que hayan podido formarse.

#### **2.1.5.1.4. Recomendaciones para su uso en obra**

La elección de los distintos tipos de cemento se realizará en función de la aplicación o uso al que se destinen, las condiciones de puesta en obra y la clase de exposición ambiental del hormigón o mortero fabricado con ellos.

Las aplicaciones consideradas son la fabricación de hormigones y los morteros convencionales, quedando excluidos los morteros especiales y los monocapa.

El comportamiento de los cementos puede ser afectado por las condiciones de puesta en obra de los productos que los contienen, entre las que cabe destacar:

Los factores climáticos: temperatura, humedad relativa del aire y velocidad del viento.

Los procedimientos de ejecución del hormigón o mortero: colocado en obra, prefabricado, proyectado, etc.

Las clases de exposición ambiental.

Los cementos que vayan a utilizarse en presencia de sulfatos, deberán poseer la característica adicional de resistencia a sulfatos.

Los cementos deberán tener la característica adicional de resistencia al agua de mar cuando vayan a emplearse en los ambientes marino sumergido o de zona de carrera de mareas.

En los casos en los que se haya de emplear áridos susceptibles de producir reacciones álcali-árido, se utilizarán los cementos con un contenido de alcalinos inferior a 0,60% en masa de cemento.

Cuando se requiera la exigencia de blancura, se utilizarán los cementos blancos.

Para fabricar un hormigón se recomienda utilizar el cemento de la menor clase de resistencia que sea posible y compatible con la resistencia mecánica del hormigón deseada.

#### **2.1.6. Materiales cerámicos**

##### **2.1.6.1. Ladrillos cerámicos para revestir**

###### **2.1.6.1.1. Condiciones de suministro**

Los ladrillos se deben suministrar empaquetados y sobre palets.

Los paquetes no deben ser totalmente herméticos, para permitir la absorción de la humedad ambiente.

La descarga se debe realizar directamente en las plantas del edificio, situando los palets cerca de los pilares de la estructura.

###### **2.1.6.1.2. Recepción y control**

Documentación de los suministros:

Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

###### **2.1.6.1.3. Conservación, almacenamiento y manipulación**

Se deben apilar sobre superficies limpias, planas, horizontales y donde no se produzcan aportes de agua, ni se recepcionen otros materiales o se realicen otros trabajos de la obra que los puedan manchar o deteriorar.

Los ladrillos no deben estar en contacto con el terreno, ya que pueden absorber humedad, sales solubles, etc., provocando en la posterior puesta en obra la aparición de manchas y eflorescencias.

Los ladrillos se deben conservar empaquetados hasta el momento de su uso, preservándolos de acciones externas que alteren su aspecto.

Se agruparán por partidas, teniendo en cuenta el tipo y la clase.

El traslado se debe realizar, siempre que se pueda, con medios mecánicos y su manipulación debe ser cuidadosa, evitando roces entre las piezas.

Los ladrillos se deben cortar sobre la mesa de corte, que estará limpia en todo momento y dispondrá de chorro de agua sobre el disco.

Una vez cortada correctamente la pieza, se debe limpiar la superficie vista, dejando secar el ladrillo antes de su puesta en obra.

Para evitar que se ensucien los ladrillos, se debe limpiar la máquina, especialmente cada vez que se cambie de color de ladrillo.

#### **2.1.6.1.4. Recomendaciones para su uso en obra**

Los ladrillos se deben humedecer antes de su puesta en obra.

#### **2.1.7. Prefabricados de cemento**

##### **2.1.7.1. Baldosas de terrazo**

###### **2.1.7.1.1. Condiciones de suministro**

Las baldosas se deben transportar en los mismos palets o paquetes de almacenamiento utilizados en fábrica, flejadas y con sus aristas protegidas, para evitar cualquier desperfecto que pueda producirse en la carga, transporte y descarga.

###### **2.1.7.1.2. Recepción y control**

Documentación de los suministros:

Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.

El fabricante incluirá en el albarán/factura la identificación del producto, que se corresponderá con la que lleven los palets o paquetes.

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

Inspecciones:

En el momento de la entrega de una partida, el receptor dará su conformidad a la cantidad, identificación del producto y aspecto (defectos superficiales y color) del material recibido.

###### **2.1.7.1.3. Conservación, almacenamiento y manipulación**

Se descargarán los palets de los camiones mediante pinzas o elementos adecuados, evitándose, en todo momento, balanceos excesivos de los palets suspendidos, para que no reciban golpes.

Evitar cualquier deterioro de la cara vista en el almacenamiento en obra, manipulación y colocación.

Almacenar en lugar limpio, seco y horizontal, y lo más cercano posible al lugar de colocación, para reducir los traslados y movimientos del material dentro de la obra.

No se deben mezclar diferentes lotes de fabricación.

No se deben apilar más de cuatro palets de 800 kg, protegiendo el stock bajo techado si nos enfrentamos a almacenamientos prolongados (de uno a tres meses), o bien durante periodos de cambios climáticos acusados.

El desmontaje de los palets se hará en el momento de su utilización y cerca del tajo, evitando traslados de piezas sueltas en carretillas manuales. Es siempre mejor trasladar palets completos con medios mecánicos.

Las piezas sueltas, ya junto al tajo, se apilarán planas, sin oponer jamás cara vista y cara de apoyo, y nunca de canto.

#### **2.1.7.1.4. Recomendaciones para su uso en obra**

Según el uso al que vaya a ser destinado, se clasifican en:

Uso interior:

Uso normal

Uso intensivo

Uso industrial

Uso exterior:

Es imprescindible que la base de apoyo esté correctamente ejecutada para que las cargas se repartan uniformemente, evitando efectos locales no deseados.

#### **2.1.7.2. Bordillos de hormigón**

##### **2.1.7.2.1. Condiciones de suministro**

Los bordillos se deben suministrar protegidos, de manera que no se alteren sus características, y habiendo transcurrido al menos siete días desde su fecha de fabricación.

##### **2.1.7.2.2. Recepción y control**

Documentación de los suministros:

Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

##### **2.1.7.2.3. Conservación, almacenamiento y manipulación**

El almacenamiento se realizará en lugares protegidos de impactos.

## **2.1.8. Aislantes e impermeabilizantes**

### **2.1.8.1. Aislantes conformados en planchas rígidas**

#### **2.1.8.1.1. Condiciones de suministro**

Los aislantes se deben suministrar en forma de paneles, envueltos en films plásticos.

Los paneles se agruparán formando palets para su mejor almacenamiento y transporte.

En caso de desmontar los palets, los paquetes resultantes deben transportarse de forma que no se desplacen por la caja del transporte.

#### **2.1.8.1.2. Recepción y control**

Documentación de los suministros:

Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.

Si el material ha de ser componente de la parte ciega del cerramiento exterior de un espacio habitable, el fabricante declarará el valor del factor de resistencia a la difusión del agua.

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

#### **2.1.8.1.3. Conservación, almacenamiento y manipulación**

Los palets completos pueden almacenarse a la intemperie por un periodo limitado de tiempo.

Se apilarán horizontalmente sobre superficies planas y limpias.

Se protegerán de la insolación directa y de la acción del viento.

#### **2.1.8.1.4. Recomendaciones para su uso en obra**

Se seguirán las recomendaciones de aplicación y de uso proporcionadas por el fabricante en su documentación técnica.

### **2.1.8.2. Imprimadores bituminosos**

#### **2.1.8.2.1. Condiciones de suministro**

Los imprimadores se deben suministrar en envase hermético.

#### **2.1.8.2.2. Recepción y control**

Documentación de los suministros:

Los imprimadores bituminosos, en su envase, deberán llevar marcado:

La identificación del fabricante o marca comercial.

La designación con arreglo a la norma correspondiente.

Las incompatibilidades de uso e instrucciones de aplicación.

El sello de calidad, en su caso.

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

#### **2.1.8.2.3. Conservación, almacenamiento y manipulación**

El almacenamiento se realizará en envases cerrados herméticamente, protegidos de la humedad, de las heladas y de la radiación solar directa.

El tiempo máximo de almacenamiento es de 6 meses.

No deberán sedimentarse durante el almacenamiento de forma que no pueda devolverse su condición primitiva por agitación moderada.

#### **2.1.8.2.4. Recomendaciones para su uso en obra**

Se suelen aplicar a temperatura ambiente. No podrán aplicarse con temperatura ambiente inferior a 5°C.

La superficie a imprimir debe estar libre de partículas extrañas, restos no adheridos, polvo y grasa.

Las emulsiones tipo A y C se aplican directamente sobre las superficies, las de los tipo B y D, para su aplicación como imprimación de superficies, deben disolverse en agua hasta alcanzar la viscosidad exigida a los tipos A y C.

Las pinturas de imprimación de tipo I solo pueden aplicarse cuando la impermeabilización se realiza con productos asfálticos; las de tipo II solamente deben utilizarse cuando la impermeabilización se realiza con productos de alquitrán de hulla.

### **2.1.9. Instalaciones**

#### **2.1.9.1. Tubos de plástico (PP, PE-X, PB, PVC)**

##### **2.1.9.1.1. Condiciones de suministro**

Los tubos se deben suministrar a pie de obra en camiones con suelo plano, sin paletizar, y los accesorios en cajas adecuadas para ellos.

Los tubos se deben colocar sobre los camiones de forma que no se produzcan deformaciones por contacto con aristas vivas, cadenas, etc., y de forma que no queden tramos salientes innecesarios.

Los tubos y accesorios se deben cargar de forma que no se produzca ningún deterioro durante el transporte. Los tubos se deben apilar a una altura máxima de 1,5 m.

Se debe evitar la colocación de peso excesivo encima de los tubos, colocando las cajas de accesorios en la base del camión.

Cuando los tubos se suministren en rollos, se deben colocar de forma horizontal en la base del camión, o encima de los tubos suministrados en barras si los hubiera, cuidando de evitar su aplastamiento.

Los rollos de gran diámetro que, por sus dimensiones, la plataforma del vehículo no admita en posición horizontal, deben colocarse verticalmente, teniendo la precaución de que permanezcan el menor tiempo posible en esta posición.

Los tubos y accesorios se deben cargar y descargar cuidadosamente.

#### **2.1.9.1.2. Recepción y control**

Documentación de los suministros:

Los tubos deben estar marcados a intervalos máximos de 1 m y al menos una vez por accesorio, con:

Los caracteres correspondientes a la designación normalizada.

La trazabilidad del tubo (información facilitada por el fabricante que indique la fecha de fabricación, en cifras o en código, y un número o código indicativo de la factoría de fabricación en caso de existir más de una).

Los caracteres de marcado deben estar impresos o grabados directamente sobre el tubo o accesorio de forma que sean legibles después de su almacenamiento, exposición a la intemperie, instalación y puesta en obra. El marcado no debe producir fisuras u otro tipo de defecto que influya desfavorablemente en el comportamiento funcional del tubo o accesorio.

Si se utiliza el sistema de impresión, el color de la información debe ser diferente al color base del tubo o accesorio.

El tamaño del marcado debe ser fácilmente legible sin aumento.

Los tubos y accesorios certificados por una tercera parte pueden estar marcados en consecuencia.

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

#### **2.1.9.1.3. Conservación, almacenamiento y manipulación**

Debe evitarse el daño en las superficies y en los extremos de los tubos y accesorios. Deben utilizarse, si fuese posible, los embalajes de origen.

Debe evitarse el almacenamiento a la luz directa del sol durante largos periodos de tiempo.

Debe disponerse de una zona de almacenamiento que tenga el suelo liso y nivelado o un lecho plano de estructura de madera, con el fin de evitar cualquier curvatura o deterioro de los tubos.

Los tubos con embocadura y con accesorios montados previamente se deben disponer de forma que estén protegidos contra el deterioro y los extremos queden libres de cargas, por ejemplo, alternando los extremos con embocadura y los extremos sin embocadura o en capas adyacentes.

Los tubos en rollos se deben almacenar en pisos apilados uno sobre otro o verticalmente en soportes o estanterías especialmente diseñadas para este fin.

El desenrollado de los tubos debe hacerse tangencialmente al rollo, rodándolo sobre sí mismo. No debe hacerse jamás en espiral.

Debe evitarse todo riesgo de deterioro llevando los tubos y accesorios sin arrastrar hasta el lugar de trabajo, y evitando dejarlos caer sobre una superficie dura.

Cuando se utilicen medios mecánicos de manipulación, las técnicas empleadas deben asegurar que no producen daños en los tubos. Las eslingas de metal, ganchos y cadenas empleadas en la manipulación no deben entrar en contacto con el tubo.

Debe evitarse cualquier indicio de suciedad en los accesorios y en las bocas de los tubos, pues puede dar lugar, si no se limpia, a instalaciones defectuosas. Los extremos de los tubos se deben cubrir o proteger con el fin de evitar la entrada de suciedad en los mismos.

La limpieza del tubo y de los accesorios se debe realizar siguiendo las instrucciones del fabricante.

El tubo se debe cortar con sus correspondientes cortatubos.

## **2.2. Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidad de obra.**

Las prescripciones para la ejecución de cada una de las diferentes unidades de obra se organizan en los siguientes apartados:

### **MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA**

Se especifican, en caso de que existan, las posibles incompatibilidades, tanto físicas como químicas, entre los diversos componentes que componen la unidad de obra, o entre el soporte y los componentes.

**-Características técnicas:** se describe la unidad de obra, detallando de manera pormenorizada los elementos que la componen, con la nomenclatura específica correcta de cada uno de ellos, de acuerdo a los criterios que marca la propia normativa.



**-Normativa de aplicación:** se especifican las normas que afectan a la realización de la unidad de obra.

**-Criterio de medición en proyecto:** indica cómo se ha medido la unidad de obra en la fase de redacción del proyecto, medición que luego será comprobada en obra.

### **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA**

-Antes de iniciarse los trabajos de ejecución de cada una de las unidades de obra, el Director de la Ejecución de la Obra habrá recepcionado los materiales y los certificados acreditativos exigibles, en base a lo establecido en la documentación pertinente por el técnico redactor del proyecto. Será preceptiva la aceptación previa por parte del Director de la Ejecución de la Obra de todos los materiales que constituyen la unidad de obra.

Así mismo, se realizarán una serie de comprobaciones previas sobre las condiciones del soporte, las condiciones ambientales del entorno, y la cualificación de la mano de obra, en su caso.

#### **DEL SOPORTE**

Se establecen una serie de requisitos previos sobre el estado de las unidades de obra realizadas previamente, que pueden servir de soporte a la nueva unidad de obra.

#### **AMBIENTALES**

En determinadas condiciones climáticas (viento, lluvia, humedad, etc.) no podrán iniciarse los trabajos de ejecución de la unidad de obra, deberán interrumpirse o será necesario adoptar una serie de medidas protectoras.

#### **DEL CONTRATISTA**

En algunos casos, será necesaria la presentación al Director de la Ejecución de la Obra de una serie de documentos por parte del Contratista, que acrediten su cualificación, o la de la empresa por él subcontratada, para realizar cierto tipo de trabajos. Por ejemplo, la puesta en obra de sistemas constructivos en posesión de un Documento de Idoneidad Técnica (DIT), deberán ser realizados por la propia empresa propietaria del DIT, o por empresas especializadas y cualificadas, reconocidas por ésta y bajo su control técnico.

#### **PROCESO DE EJECUCIÓN**

En este apartado se desarrolla el proceso de ejecución de cada unidad de obra, asegurando en cada momento las condiciones que permitan conseguir el nivel de calidad previsto para cada elemento constructivo en particular.

#### **FASES DE EJECUCIÓN**

Se enumeran, por orden de ejecución, las fases de las que consta el proceso de ejecución de la unidad de obra.

### **CONDICIONES DE TERMINACIÓN**

En algunas unidades de obra se hace referencia a las condiciones en las que debe finalizarse una determinada unidad de obra, para que no interfiera negativamente en el proceso de ejecución del resto de unidades.

Una vez terminados los trabajos correspondientes a la ejecución de cada unidad de obra, el Contratista retirará los medios auxiliares y procederá a la limpieza del elemento realizado y de las zonas de trabajo, recogiendo los restos de materiales y demás residuos originados por las operaciones realizadas para ejecutar la unidad de obra, siendo todos ellos clasificados, cargados y transportados a centro de reciclaje, vertedero específico o centro de acogida o transferencia.

### **PRUEBAS DE SERVICIO**

En aquellas unidades de obra que sea necesario, se indican las pruebas de servicio a realizar por el propio Contratista o empresa instaladora, cuyo coste se encuentra incluido en el propio precio de la unidad de obra.

Aquellas otras pruebas de servicio o ensayos que no están incluidos en el precio de la unidad de obra, y que es obligatoria su realización por medio de laboratorios acreditados se encuentran detalladas y presupuestadas, en el correspondiente capítulo X de Control de Calidad y Ensayos, del Presupuesto de Ejecución Material (PEM).

Por ejemplo, esto es lo que ocurre en la unidad de obra ADP010, donde se indica que no está incluido en el precio de la unidad de obra el coste del ensayo de densidad y humedad "in situ".

### **CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO**

En algunas unidades de obra se establecen las condiciones en que deben protegerse para la correcta conservación y mantenimiento en obra, hasta su recepción final.

### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO**

Indica cómo se comprobarán en obra las mediciones de Proyecto, una vez superados todos los controles de calidad y obtenida la aceptación final por parte del Director de Ejecución de la Obra.

La medición del número de unidades de obra que ha de abonarse se realizará, en su caso, de acuerdo con las normas que establece este capítulo, tendrá lugar en presencia y con intervención del Contratista, entendiéndose que éste renuncia a tal derecho si, avisado

oportunamente, no compareciese a tiempo. En tal caso, será válido el resultado que el Director de Ejecución de la Obra consigne.

Todas las unidades de obra se abonarán a los precios establecidos en el Presupuesto. Dichos precios se abonarán por las unidades terminadas y ejecutadas con arreglo al presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.

Estas unidades comprenden el suministro, cánones, transporte, manipulación y empleo de los materiales, maquinaria, medios auxiliares, mano de obra necesaria para su ejecución y costes indirectos derivados de estos conceptos, así como cuantas necesidades circunstanciales se requieran para la ejecución de la obra, tales como indemnizaciones por daños a terceros u ocupaciones temporales y costos de obtención de los permisos necesarios, así como de las operaciones necesarias para la reposición de servidumbres y servicios públicos o privados afectados tanto por el proceso de ejecución de las obras como por las instalaciones auxiliares.

Igualmente, aquellos conceptos que se especifican en la definición de cada unidad de obra, las operaciones descritas en el proceso de ejecución, los ensayos y pruebas de servicio y puesta en funcionamiento, inspecciones, permisos, boletines, licencias, tasas o similares.

No será de abono al Contratista mayor volumen de cualquier tipo de obra que el definido en los planos o en las modificaciones autorizadas por la Dirección Facultativa. Tampoco le será abonado, en su caso, el coste de la restitución de la obra a sus dimensiones correctas, ni la obra que hubiese tenido que realizar por orden de la Dirección Facultativa para subsanar cualquier defecto de ejecución.

### **TERMINOLOGÍA APLICADA EN EL CRITERIO DE MEDICIÓN.**

A continuación, se detalla el significado de algunos de los términos utilizados en los diferentes capítulos de obra.

#### **ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO**

Volumen de tierras en perfil esponjado. La medición se referirá al estado de las tierras una vez extraídas. Para ello, la forma de obtener el volumen de tierras a transportar, será la que resulte de aplicar el porcentaje de esponjamiento medio que proceda, en función de las características del terreno.

Volumen de relleno en perfil compactado. La medición se referirá al estado del relleno una vez finalizado el proceso de compactación.

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones excavadas hubieran quedado con mayores dimensiones.

### **CIMENTACIONES**

Superficie teórica ejecutada. Será la superficie que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que la superficie ocupada por el hormigón hubiera quedado con mayores dimensiones.

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones de hormigón hubieran quedado con mayores dimensiones.

### **ESTRUCTURAS**

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones de los elementos estructurales hubieran quedado con mayores dimensiones.

### **ESTRUCTURAS METÁLICAS**

Peso nominal medido. Serán los kg que resulten de aplicar a los elementos estructurales metálicos los pesos nominales que, según dimensiones y tipo de acero, figuren en tablas.

### **ESTRUCTURAS (FORJADOS)**

Deduciendo los huecos de superficie mayor de  $X \text{ m}^2$ . Se medirá la superficie de los forjados de cara exterior a cara exterior de los zunchos que delimitan el perímetro de su superficie, descontando únicamente los huecos o pasos de forjados que tengan una superficie mayor de  $X \text{ m}^2$ .

En los casos de dos paños formados por forjados diferentes, objeto de precios unitarios distintos, que apoyen o empotren en una jácena o muro de carga común a ambos paños, cada una de las unidades de obra de forjado se medirá desde fuera a cara exterior de los elementos delimitadores al eje de la jácena o muro de carga común.

En los casos de forjados inclinados se tomará en verdadera magnitud la superficie de la cara inferior del forjado, con el mismo criterio anteriormente señalado para la deducción de huecos.

### **ESTRUCTURAS (MUROS)**

Deduciendo los huecos de superficie mayor de  $X \text{ m}^2$ . Se aplicará el mismo criterio que para fachadas y particiones.

### **FACHADAS Y PARTICIONES**

Deduciendo los huecos de superficie mayor de  $X \text{ m}^2$ . Se medirán los paramentos verticales de fachadas y particiones descontando únicamente aquellos huecos cuya superficie sea mayor de  $X \text{ m}^2$ , lo que significa que:

Cuando los huecos sean menores de  $X \text{ m}^2$  se medirán a cinta corrida como si no hubiera huecos. Al no deducir ningún hueco, en compensación de medir hueco por macizo, no se medirán los trabajos de formación de mochetas en jambas y dinteles.

Cuando los huecos sean mayores de  $X \text{ m}^2$ , se deducirá la superficie de estos huecos, pero se sumará a la medición la superficie de la parte interior del hueco, correspondiente al desarrollo de las mochetas.

Deduciendo todos los huecos. Se medirán los paramentos verticales de fachadas y particiones descontando la superficie de todos los huecos, pero se incluye la ejecución de todos los trabajos precisos para la resolución del hueco, así como los materiales que forman dinteles, jambas y vierteaguas.

A los efectos anteriores, se entenderá como hueco, cualquier abertura que tenga mochetas y dintel para puerta o ventana. En caso de tratarse de un vacío en la fábrica sin dintel, antepecho ni carpintería, se deducirá siempre el mismo al medir la fábrica, sea cual fuere su superficie.

En el supuesto de cerramientos de fachada donde las hojas, en lugar de apoyar directamente en el forjado, apoyen en una o dos hiladas de regularización que abarquen todo el espesor del cerramiento, al efectuar la medición de las unidades de obra se medirá su altura desde el forjado y, en compensación, no se medirán las hiladas de regularización.

### **INSTALACIONES**

Longitud realmente ejecutada. Medición según desarrollo longitudinal resultante, considerando, en su caso, los tramos ocupados por piezas especiales.

### **REVESTIMIENTOS (YESOS Y ENFOCADOS DE CEMENTO)**

Deduciendo, en los huecos de superficie mayor de  $X \text{ m}^2$ , el exceso sobre los  $X \text{ m}^2$ . Los paramentos verticales y horizontales se medirán a cinta corrida, sin descontar huecos de superficie menor a  $X \text{ m}^2$ . Para huecos de mayor superficie, se descontará únicamente el exceso sobre esta superficie. En ambos casos se considerará incluida la ejecución de mochetas, fondos de dinteles y aristados. Los paramentos que tengan armarios empotrados no serán objeto de descuento, sea cual fuere su dimensión.

### **2.2.1. Demoliciones**

**Unidad de obra DEF040: Demolición de muro de fábrica de bloque de hormigón macizado y armado con martillo neumático, y carga manual de escombros a camión o contenedor.**

#### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Demolición de muro de fábrica de bloque de hormigón macizado y armado, con martillo neumático. Incluso p/p de limpieza, acopio, retirada y carga manual de escombros sobre camión o contenedor.

#### **NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Ejecución: NTE-ADD. Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Demoliciones.

#### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Volumen medido según documentación gráfica de Proyecto.

#### **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE**

Las zonas a demoler habrán sido identificadas y marcadas.

El elemento objeto de la demolición no estará sometido a la acción de cargas o empujes de tierras, y se verificará la estabilidad del resto de la estructura y elementos de su entorno, que estarán debidamente apuntalados.

Deberán haberse concluido todas aquellas actuaciones previas previstas en el Proyecto de Derribo correspondiente: medidas de seguridad, anulación y neutralización por parte de las compañías suministradoras de las acometidas de instalaciones, trabajos de campo y ensayos, apeo y apuntalamientos necesarios.

Se habrán tomado las medidas de protección indicadas en el correspondiente Estudio de Seguridad y Salud, tanto en relación con los operarios encargados de la demolición como con terceras personas, viales, elementos públicos o edificios colindantes.

Se dispondrá en obra de los medios necesarios para evitar la formación de polvo durante los trabajos de demolición y de los sistemas de extinción de incendios adecuados.

#### **DEL CONTRATISTA**

Habrá recibido por escrito la aprobación, por parte del Director de Ejecución de la obra, de su programa de trabajo, conforme al Proyecto de Derribo.

#### **PROCESO DE EJECUCIÓN**

##### **FASES DE EJECUCIÓN**

Demolición del muro de fábrica con martillo neumático. Fragmentación de los escombros en piezas manejables.

Retirada y acopio de escombros. Limpieza de los restos de obra. Carga manual de escombros sobre camión o contenedor.

#### **CONDICIONES DE TERMINACIÓN**

No quedarán partes inestables del elemento demolido parcialmente, y la zona de trabajo estará limpia de escombros.

#### **CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Mientras se sigan realizando los trabajos de rehabilitación y no se haya consolidado definitivamente la zona de trabajo, se conservarán los apeos y apuntalamientos previstos.

#### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO**

Se medirá el volumen realmente demolido según especificaciones de Proyecto.

**Unidad de obra DUA040: Demolición de pozo de registro obra de fábrica, de 120 cm de diámetro, con martillo neumático, recuperación de tapa de registro y marco, y carga manual de escombros sobre camión o contenedor.**

#### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Demolición de pozo de registro de obra de fábrica, de 120 cm de diámetro, con martillo neumático, sin deteriorar los colectores que pudieran enlazar con el pozo. Incluso p/p de recuperación de tapa de registro y marco, demolición de solera de apoyo, limpieza, acopio, retirada y carga manual de escombros sobre camión o contenedor.

#### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

#### **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE**

Se comprobará que la red de saneamiento está desconectada y fuera de servicio.

#### **FASES DE EJECUCIÓN**

Recuperación de tapas de registro y marcos. Demolición del elemento con martillo neumático. Fragmentación de los escombros en piezas manejables. Retirada y acopio de escombros. Carga manual de escombros sobre camión o contenedor.

#### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO**

Se medirá la longitud realmente demolida según especificaciones de Proyecto.

**Unidad de obra DUX021: Demolición de solera o pavimento de hormigón en masa de hasta 15 cm de espesor, mediante retroexcavadora con martillo rompedor, y carga mecánica de escombros sobre camión o contenedor. Incluida p.p. de bordillos.**

#### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Demolición de solera o pavimento de hormigón en masa de hasta 15 cm de espesor, mediante retroexcavadora con martillo rompedor, sin incluir la demolición de la base soporte. Incluso p/p de limpieza, acopio, retirada y carga mecánica de escombros sobre camión o contenedor.

### **NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Ejecución:

- **PG-3. Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes de la Dirección**

**General de Carreteras.**

- **NTE-ADD. Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Demoliciones.**

### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.

### **PROCESO DE EJECUCIÓN**

#### **FASES DE EJECUCIÓN**

Demolición del pavimento con retroexcavadora con martillo rompedor. Fragmentación de los escombros en piezas manejables. Retirada y acopio de escombros. Limpieza de los restos de obra. Carga mecánica de escombros sobre camión o contenedor.

#### **CONDICIONES DE TERMINACIÓN**

Una vez concluidos los trabajos, la base soporte quedará limpia de restos del material.

#### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO**

Se medirá la superficie realmente demolida según especificaciones de Proyecto.

#### **2.2.2. Acondicionamiento del terreno**

**Unidad de obra AMC010: Relleno a cielo abierto con zahorra natural caliza, y compactación al 100% del Proctor Modificado con compactador tándem autopropulsado, en tongadas de 30 cm de espesor, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 100% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, para mejora de las propiedades resistentes del terreno de apoyo de la cimentación.**

#### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Ejecución de los trabajos necesarios para obtener la mejora de las propiedades resistentes del terreno de apoyo de la cimentación superficial proyectada, mediante el relleno a cielo abierto con zahorra natural caliza, y compactación al 100% del Proctor Modificado con compactador tándem autopropulsado, en tongadas de 30 cm de espesor, hasta alcanzar



una densidad seca no inferior al 100% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501 (ensayo no incluido en este precio). Incluso carga, transporte y descarga a pie de tajo de los áridos a utilizar en los trabajos de relleno y humectación de los mismos.

#### **NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Ejecución: **CTE. DB SE-C Seguridad estructural: Cimientos.**

#### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Volumen medido sobre los planos de perfiles transversales del Proyecto, que definen el movimiento de tierras a realizar en obra.

#### **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE**

Antes de decidir o implementar cualquier tipo de mejora o refuerzo del terreno deben establecerse las condiciones iniciales del terreno mediante el oportuno estudio geotécnico.

#### **AMBIENTALES**

Se comprobará que la temperatura ambiente no sea inferior a 2°C a la sombra.

#### **PROCESO DE EJECUCIÓN**

##### **FASES DE EJECUCIÓN**

Transporte y descarga del material de relleno a pie de tajo. Extendido del material de relleno en tongadas de espesor uniforme. Humectación o desecación de cada tongada. Compactación.

##### **CONDICIONES DE TERMINACIÓN**

Las tierras o áridos de relleno habrán alcanzado el grado de compactación adecuado.

##### **CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Las tierras o áridos utilizados como material de relleno quedarán protegidos de la posible contaminación por materiales extraños o por agua de lluvia, así como del paso de vehículos.

#### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO**

Se medirá, en perfil compactado, el volumen realmente ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

**Unidad de obra ANS010: Solera de hormigón armado de 10 cm de espesor, realizada con hormigón HAF-25/CR/F/20/IIa, con aditivo hidrófugo, con un contenido de**

**fibras de refuerzo Sikafiber M-12 "SIKA" de 0,6 kg/m<sup>3</sup> y vertido desde camión, extendido y vibrado manual, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 6-6 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 sobre separadores homologados, con acabado superficial mediante fratasadora mecánica.**

#### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Formación de solera de hormigón armado de 10 cm de espesor, realizada con hormigón HAF-25/CR/F/20/IIa, con aditivo hidrófugo, con un contenido de fibras de refuerzo Sikafiber M-12 "SIKA" de 0,6 kg/m<sup>3</sup> y vertido desde camión, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 6-6 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 como armadura de reparto, colocada sobre separadores homologados, con acabado superficial mediante fratasadora mecánica; apoyada sobre capa base existente (no incluida en este precio). Incluso p/p de preparación de la superficie de apoyo del hormigón, extendido y vibrado del hormigón mediante regla vibrante, formación de juntas de hormigonado y panel de poliestireno expandido de 2 cm de espesor para la ejecución de juntas de contorno, colocado alrededor de cualquier elemento que interrumpa la solera, como pilares y muros; emboquillado o conexión de los elementos exteriores (cercos de arquetas, sumideros, botes sifónicos, etc.) de las redes de instalaciones ejecutadas bajo la solera; y aserrado de las juntas de retracción, por medios mecánicos, con una profundidad de 1/3 del espesor de la solera y posterior sellado con masilla elástica.

#### **NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón: **Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).**

Ejecución: **NTE-RSS. Revestimientos de suelos: Soleras.**

#### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.

#### **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE**

Se comprobará que la superficie base presenta una planeidad adecuada, cumple los valores resistentes tenidos en cuenta en la hipótesis de cálculo, y no tiene blandones, bultos ni materiales sensibles a las heladas.

El nivel freático no originará sobreempujes.

#### **AMBIENTALES**

Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

#### **DEL CONTRATISTA**

Dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del Director de Ejecución de la obra.

#### **PROCESO DE EJECUCIÓN**

##### **FASES DE EJECUCIÓN**

Preparación de la superficie de apoyo del hormigón, comprobando la densidad y las rasantes. Replanteo de las juntas de hormigonado. Tendido de niveles mediante toques, maestras de hormigón o reglas. Riego de la superficie base. Formación de juntas de hormigonado y contorno. Colocación de la malla electrosoldada con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Conexión de los elementos exteriores. Curado del hormigón. Fratasado de la superficie. Aserrado de juntas de retracción. Limpieza y sellado de juntas.

##### **CONDICIONES DE TERMINACIÓN**

La superficie de la solera cumplirá las exigencias de planeidad, acabado superficial y resistencia.

##### **CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Se protegerá el hormigón fresco frente a lluvias, heladas y temperaturas elevadas. Se protegerá el firme frente al tránsito pesado hasta que transcurra el tiempo previsto.

##### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO**

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin deducir la superficie ocupada por los pilares situados dentro de su perímetro.

**Unidad de obra ACA020: Desbroce y limpieza del terreno con arbustos, hasta una profundidad mínima de 25 cm, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.**

##### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Desbroce y limpieza del terreno con arbustos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas: arbustos, pequeñas plantas, tocones, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando

como mínima 25 cm. Incluso transporte de la maquinaria, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.

#### **NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Ejecución: **PG-3. Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes de la Dirección General de Carreteras.**

#### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.

#### **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE**

Inspección ocular del terreno.

Se comprobará la posible existencia de servidumbres, elementos enterrados, redes de servicio o cualquier tipo de instalaciones que puedan resultar afectadas por las obras a iniciar.

#### **DEL CONTRATISTA**

Si existieran instalaciones en servicio que pudieran verse afectadas por los trabajos a realizar, solicitará de las correspondientes compañías suministradoras su situación y, en su caso, la solución a adoptar, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

#### **PROCESO DE EJECUCIÓN**

##### **FASES DE EJECUCIÓN**

Replanteo en el terreno. Corte de arbustos. Remoción mecánica de los materiales de desbroce. Retirada y disposición mecánica de los materiales objeto de desbroce. Carga mecánica a camión.

#### **CONDICIONES DE TERMINACIÓN**

La superficie del terreno quedará limpia y en condiciones adecuadas para poder realizar el replanteo definitivo de la obra.

#### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO**

Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

**Unidad de obra ACE040: Excavación en zanjas y cajeados en tierra blanda, de hasta 1,25 m de profundidad máxima, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión.**

#### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Excavación en zanjas en tierra blanda, de hasta 1,25 m de profundidad máxima, con medios mecánicos. Incluso retirada de los materiales excavados y carga a camión.

#### **NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Ejecución: **PG-3. Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes de la Dirección General de Carreteras.**

#### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

#### **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE**

Se comprobará la posible existencia de servidumbres, elementos enterrados, redes de servicio o cualquier tipo de instalaciones que puedan resultar afectadas por las obras a iniciar.

Se dispondrá de la información topográfica y geotécnica necesaria, recogida en el correspondiente estudio geotécnico del terreno realizado por un laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, y que incluirá, entre otros datos: tipo, humedad y compacidad o consistencia del terreno.

Se dispondrán puntos fijos de referencia en lugares que puedan verse afectados por la excavación, a los cuales se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y verticales de los puntos del terreno.

Se comprobará el estado de conservación de los edificios medianeros y de las construcciones próximas que puedan verse afectadas por las excavaciones.

#### **DEL CONTRATISTA**

Si existieran instalaciones en servicio que pudieran verse afectadas por los trabajos a realizar, solicitará de las correspondientes compañías suministradoras su situación y, en su caso, la solución a adoptar, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

Notificará al Director de Ejecución de la obra, con la antelación suficiente, el comienzo de las excavaciones.

#### **FASES DE EJECUCIÓN**

Replanteo en el terreno. Situación de los puntos topográficos. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Carga mecánica a camión de las tierras excavadas.

### **CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Las excavaciones quedarán protegidas frente a filtraciones y acciones de erosión o desmoronamiento por parte de las aguas de escorrentía. Se tomarán las medidas oportunas para asegurar que sus características geométricas permanecen inamovibles.

### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO**

Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección teórica por defectos imputables al Contratista. Se medirá la excavación una vez realizada y antes de que sobre ella se efectúe ningún tipo de relleno. Si el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine el Director de Ejecución de la obra.

**Unidad de obra ACR020: Relleno de zanjas con zahorra artificial caliza con medios mecánicos, y compactación al 90% del Proctor Modificado con medios mecánicos.**

### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Formación de relleno con zahorra artificial caliza, en zanjas; y compactación en tongadas sucesivas de 25 cm de espesor máximo con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 90% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501 (ensayo no incluido en este precio). Incluso carga, transporte y descarga a pie de tajo de los áridos a utilizar en los trabajos de relleno y humectación de los mismos.

### **NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Ejecución: **PG-3. Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes de la Dirección General de Carreteras.**

### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

### **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE**

Cuando el relleno haya de asentarse sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas fuera del área donde vaya a construirse el relleno.

## **AMBIENTALES**

Se comprobará que la temperatura ambiente no sea inferior a 2°C a la sombra.

## **PROCESO DE EJECUCIÓN**

### **FASES DE EJECUCIÓN**

Extendido del material de relleno en tongadas de espesor uniforme. Humectación o desecación de cada tongada.

Compactación.

### **CONDICIONES DE TERMINACIÓN**

Las tierras o áridos de relleno habrán alcanzado el grado de compactación adecuado.

### **CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Las tierras o áridos utilizados como material de relleno quedarán protegidos de la posible contaminación por materiales extraños o por agua de lluvia, así como del paso de vehículos.

### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO**

Se medirá, en perfil compactado, el volumen realmente ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

#### **2.2.3. Cimentaciones**

**Unidad de obra CSV010: Zapata corrida de cimentación, de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 100 kg/m<sup>3</sup>. Incluida p.p. de encofrado metálico.**

### **MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.**

Dependiendo de la agresividad del terreno o la presencia de agua con sustancias agresivas, se elegirá el cemento adecuado para la fabricación del hormigón, así como su dosificación y permeabilidad y el espesor de recubrimiento de las armaduras.

### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Formación de zapata corrida de cimentación, de hormigón armado, realizada en excavación previa, con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 100 kg/m<sup>3</sup>. Incluso p/p de separadores, y armaduras de espera de los pilares u otros elementos.

## **NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón:

- **Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).**

Ejecución:

- **CTE. DB SE-C Seguridad estructural: Cimientos.**

- **NTE-CSV. Cimentaciones superficiales: Vigas flotantes.**

## **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

## **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE**

Se comprobará la existencia de la capa de hormigón de limpieza, que presentará un plano de apoyo horizontal y una superficie limpia.

## **AMBIENTALES**

Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

## **DEL CONTRATISTA**

Dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del Director de Ejecución de la obra.

## **PROCESO DE EJECUCIÓN**

### **FASES DE EJECUCIÓN**

Replanteo y trazado de las vigas y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en las mismas.

Colocación de separadores y fijación de las armaduras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase de cimientos. Curado del hormigón.

## **CONDICIONES DE TERMINACIÓN**

El conjunto será monolítico y transmitirá correctamente las cargas al terreno. La superficie quedará sin imperfecciones.

## **CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Se protegerán y señalizarán las armaduras de espera.

## **CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO**



Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

**Unidad de obra CCS010: Muro de sótano de hormigón armado 2C, H≤3 m, espesor 30 cm, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con bomba, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 50 kg/m<sup>3</sup>; montaje y desmontaje del sistema de encofrado metálico con acabado tipo industrial para revestir.**

#### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Formación de muro de sótano de hormigón armado de 30 cm de espesor medio, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con bomba, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 50 kg/m<sup>3</sup>, ejecutado en condiciones complejas. Montaje y desmontaje del sistema de encofrado a dos caras de los muros de hasta 3 m de altura, con paneles metálicos modulares con acabado tipo industrial para revestir. Incluso p/p de formación de juntas, separadores, distanciadores para encofrados y accesorios, encofrado para paso de instalaciones y tapado de orificios resultantes tras la retirada del encofrado.

#### **NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón:

- **Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).**

Ejecución:

- **CTE. DB HS Salubridad.**

- **CTE. DB SE-C Seguridad estructural: Cimientos.**

- **NTE-CCM. Cimentaciones. Contenciones: Muros.**

Montaje y desmontaje del sistema de encofrado:

- **Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).**

#### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Volumen medido sobre la sección teórica de cálculo, según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 2 m<sup>2</sup>.

#### **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE**

Se comprobará la existencia de las armaduras de espera en el plano de apoyo del muro, que presentará una superficie horizontal y limpia.

#### **AMBIENTALES**

Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

#### **DEL CONTRATISTA**

Dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del Director de Ejecución de la obra.

#### **PROCESO DE EJECUCIÓN**

##### **FASES DE EJECUCIÓN**

Replanteo del encofrado sobre la cimentación. Colocación de la armadura con separadores homologados.

Colocación del encofrado. Resolución de juntas de hormigonado. Limpieza de la base de apoyo del muro en la cimentación. Montaje del sistema de encofrado a dos caras del muro. Vertido y compactación del hormigón.

Desmontaje del sistema de encofrado. Curado del hormigón. Tapado de los orificios resultantes tras la retirada del sistema de encofrado. Reparación de defectos superficiales.

##### **CONDICIONES DE TERMINACIÓN**

Serán básicas las condiciones de aplomado y monolitismo con la cimentación. Las superficies que vayan a quedar vistas no presentarán imperfecciones.

##### **CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas no previstas en el cálculo. Se evitará la circulación de vehículos y la colocación de cargas en las proximidades del trasdós del muro hasta que se ejecute la estructura del edificio.

##### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO**

Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 2 m<sup>2</sup>.

#### **2.2.4. Firmes y pavimentos urbanos**

**Unidad de obra MPT010: Solado de baldosas de terrazo para uso exterior mod. Tergran o similar, acabado granallado, resistencia a flexión T, carga de rotura 7, resistencia al desgaste por abrasión B, 40x40 cm, gris, para uso público en zona de parques y jardines, colocada a pique de maceta con mortero**

##### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Suministro y colocación de pavimento para uso público en zona de parques y jardines, de baldosas de terrazo para uso exterior, acabado superficial de la cara vista: granallado, clase resistente a flexión T, clase resistente según la carga de rotura 7, clase de desgaste por abrasión B, formato nominal 40x40 cm, color gris, según UNE-EN 13748-2; sentadas sobre capa de a pique de maceta con mortero de cemento M-5 de 3 cm de espesor sobre capa de arena, de 4 cm de espesor, de 0,5 a 5 mm de diámetro, no conteniendo más de un 3% de materia orgánica y arcilla, dejando entre ellas una junta de separación de entre 1,5 y 3 mm. Todo ello realizado sobre firme compuesto por solera de hormigón no estructural (HNE-20/P/20), de 15 cm de espesor, vertido desde camión con extendido y vibrado manual con regla vibrante de 3 m, con acabado maestreado ejecutada según pendientes del proyecto y colocado sobre explanada con índice CBR > 5 (California Bearing Ratio), no incluida en este precio. Incluso p/p de juntas estructurales y de dilatación, cortes a realizar para ajustarlas a los bordes del confinamiento o a las intrusiones existentes en el pavimento y relleno de juntas con lechada de cemento 1/2 CEM II/B-P 32,5 R, coloreada con la misma tonalidad de las piezas.

#### **NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón:

- **Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).**

Ejecución:

- **CTE. DB SUA Seguridad de utilización y accesibilidad.**

- **NTE-RSR. Revestimientos de suelos: Piezas rígidas.**

#### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 1,5 m<sup>2</sup>. No se han tenido en cuenta los retaceos como factor de influencia para incrementar la medición, toda vez que en la descomposición se ha considerado el tanto por cien de roturas general.

#### **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE**

Se comprobará que se ha realizado un estudio sobre las características de su base de apoyo.

#### **PROCESO DE EJECUCIÓN**

#### **FASES DE EJECUCIÓN**

Replanteo de maestras y niveles. Vertido y compactación de la solera de hormigón. Extendido de la capa de arena. Extendido de la capa de mortero. Humectación de las piezas a colocar. Colocación individual, a pique de maceta, de las piezas. Formación de juntas y encuentros. Limpieza del pavimento y las juntas. Preparación de la lechada. Extendido de la lechada líquida para relleno de juntas. Limpieza final con agua, sin eliminar el material de rejuntado.

#### **CONDICIONES DE TERMINACIÓN**

Formará una superficie plana y uniforme y se ajustará a las alineaciones y rasantes previstas. Tendrá buen aspecto.

#### **CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Tras finalizar los trabajos de pavimentación, se protegerá frente al tránsito durante el tiempo indicado por el Director de Ejecución de la obra.

#### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO**

Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 1,5 m<sup>2</sup>.

#### **2.2.5. Instalaciones**

**Unidad de obra IUP050: Canalización subterránea de protección del cableado de alumbrado público formada por tubo protector de polietileno de doble pared, de 90 mm de diámetro.**

#### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Suministro e instalación de canalización subterránea de protección del cableado de alumbrado público, formada por tubo protector de polietileno de doble pared, de 90 mm de diámetro, resistencia a compresión mayor de 250 N, suministrado en rollo. Incluso hilo guía. Totalmente montada, conexiónada y probada.

#### **NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Instalación:

- **REBT. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.**
- **ITC-BT-09 y GUÍA-BT-09. Instalaciones de alumbrado exterior.**
- **ITC-BT-21 y GUÍA-BT-21. Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectoras.**

#### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

**CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE**

Se comprobará que su situación y recorrido se corresponden con los de Proyecto, y que hay espacio suficiente para su instalación.

Se comprobarán las separaciones mínimas de las conducciones con otras instalaciones.

#### **DEL CONTRATISTA**

Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad.

#### **PROCESO DE EJECUCIÓN**

##### **FASES DE EJECUCIÓN**

Replanteo. Colocación del tubo.

##### **CONDICIONES DE TERMINACIÓN**

Los registros serán accesibles.

##### **CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.

##### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO**

Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

**Unidad de obra IUP060: Cableado para red subterránea de alumbrado público formado por 4 cables unipolares RZ1-K (AS) con conductores de cobre de 16 mm<sup>2</sup> de sección, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.**

##### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Suministro e instalación de cableado para red subterránea de alumbrado público, formado por 4 cables unipolares RZ1-K (AS) con conductores de cobre de 16 mm<sup>2</sup> de sección, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Totalmente montado, conexionado y probado.

##### **NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Instalación:

- **REBT. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.**
- **ITC-BT-07. Redes subterráneas para distribución en baja tensión.**
- **ITC-BT-09 y GUÍA-BT-09. Instalaciones de alumbrado exterior.**

##### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

##### **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE**

Se comprobará que su situación y recorrido se corresponden con los de Proyecto, y que hay espacio suficiente para su instalación.

#### **DEL CONTRATISTA**

Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad.

#### **FASES DE EJECUCIÓN**

Replanteo. Tendido del cableado. Conexión de cables.

#### **CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.

#### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO**

Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

#### **2.2.6. Aislamientos e impermeabilizaciones**

**Unidad de obra NIM009: Impermeabilización de muro de sótano o estructura enterrada, por su cara exterior, con emulsión asfáltica estable, aplicada en dos manos, con un rendimiento de 1 kg/m<sup>2</sup> por mano.**

#### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Formación de impermeabilización de muro de sótano o estructura enterrada, por su cara exterior, mediante la aplicación con brocha de dos manos de emulsión asfáltica estable, hasta conseguir una capa uniforme que cubra debidamente toda la superficie soporte, con un rendimiento mínimo de 1 kg/m<sup>2</sup> por mano. Incluso p/p de limpieza previa de la superficie a tratar y relleno de coqueras, grietas y rugosidades con la misma emulsión, evitando que queden vacíos o huecos que puedan romper la película bituminosa una vez formada.

#### **NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Ejecución: CTE. DB HS Salubridad.

#### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.

#### **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE**

Se comprobará que el muro está completamente terminado.

#### **AMBIENTALES**

Se suspenderán los trabajos cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5°C, llueva con intensidad, nieve o exista viento excesivo.

#### **FASES DE EJECUCIÓN**

Preparación de la superficie soporte. Aplicación de la primera mano. Aplicación de la segunda mano.

#### **CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO**

La impermeabilización se protegerá, después de su colocación, de los impactos, presiones u otras acciones que la pudieran alterar, hasta que se realice el relleno del trasdós del muro.

### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO**

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

#### **2.2.7. Gestión de residuos**

**Unidad de obra GRA010: Transporte de residuos inertes de hormigones, morteros y prefabricados producidos en obras de construcción y/o demolición, con contenedor de 7 m<sup>3</sup>, a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos.**

### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Transporte de residuos inertes de hormigones, morteros y prefabricados producidos en obras de construcción y/o demolición, con contenedor de 7 m<sup>3</sup>, a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, considerando ida, descarga y vuelta.

Incluso servicio de entrega, alquiler y recogida en obra del contenedor, y coste del vertido.

### **NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Gestión de residuos:

**Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.**

### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

### **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE**

Se comprobará que están perfectamente señalizadas sobre el terreno las zonas de trabajo y vías de circulación, para la organización del tráfico.

### **PROCESO DE EJECUCIÓN**

#### **FASES DE EJECUCIÓN**

Carga a camión del contenedor. Transporte de residuos de construcción a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos.

### **CONDICIONES DE TERMINACIÓN**

Las vías de circulación utilizadas durante el transporte quedarán completamente limpias de cualquier tipo de restos.

## **CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO**

Se medirá el número de unidades realmente transportadas según especificaciones de Proyecto.

### **2.2.8. Urbanización interior de la parcela**

**Unidad de obra UAA010: Arqueta de paso, prefabricada de polipropileno, registrable, de dimensiones interiores 40x40x40 cm.**

#### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Suministro y montaje de arqueta de paso enterrada, de dimensiones interiores 40x40x40 cm, prefabricada de polipropileno sobre solera de hormigón en masa HM-20/B/20/I de 15 cm de espesor, con tapa prefabricada de polipropileno con cierre hermético al paso de los olores mefíticos. Incluso excavación mecánica y relleno del trasdós con material granular, conexiones de conducciones y remates. Totalmente montada, conexionada y probada mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

#### **NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón: **Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)**.

Ejecución: **CTE. DB HS Salubridad**.

#### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

#### **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE**

Se comprobará que la ubicación de la arqueta se corresponde con la de Proyecto.

#### **PROCESO DE EJECUCIÓN**

##### **FASES DE EJECUCIÓN**

Replanteo de la arqueta. Excavación con medios mecánicos. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación. Vertido y compactación del hormigón en formación de solera. Colocación de la arqueta prefabricada.

Formación de agujeros para conexionado de tubos. Empalme y rejuntado de los colectores a la arqueta.

Colocación de la tapa y los accesorios. Relleno del trasdós. Eliminación de restos, limpieza final y retirada de escombros. Carga de escombros sobre camión o contenedor. Realización de pruebas de servicio.

#### **CONDICIONES DE TERMINACIÓN**

La arqueta quedará totalmente estanca.



### **PRUEBAS DE SERVICIO**

Prueba de estanqueidad parcial.

Normativa de aplicación: CTE. DB HS Salubridad

### **CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Se protegerá frente a golpes y obturaciones. Se taparán todas las arquetas para evitar accidentes.

### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO**

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

**Unidad de obra UAC010: Colector enterrado en terreno no agresivo, de tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m<sup>2</sup>, de 160 mm de diámetro exterior.**

### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Suministro y montaje de colector enterrado en terreno no agresivo, formado por tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m<sup>2</sup>, de 160 mm de diámetro exterior y sección circular, con una pendiente mínima del 0,50%, para conducción de saneamiento sin presión, colocado sobre cama o lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 30 cm por encima de la generatriz superior. Incluso p/p de accesorios, piezas especiales, adhesivo para montaje, sin incluir la excavación ni el posterior relleno principal de las zanjas. Totalmente montado, conexionado y probado mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

### **NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Ejecución:

- **CTE. DB HS Salubridad.**
- **Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de saneamiento de poblaciones. M.O.P.U..**

### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Longitud medida en proyección horizontal, entre caras interiores de arquetas u otros elementos de unión, según documentación gráfica de Proyecto.

### **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE**

Se comprobará que el terreno del interior de la zanja, además de libre de agua, está limpio de residuos, tierras sueltas o disgregadas y vegetación.

## **PROCESO DE EJECUCIÓN**

### **FASES DE EJECUCIÓN**

Replanteo y trazado del conducto en planta y pendientes. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación. Presentación en seco de tubos y piezas especiales. Vertido de la arena en el fondo de la zanja.

Descenso y colocación de los colectores en el fondo de la zanja. Montaje de la instalación empezando por el extremo de cabecera. Limpieza de la zona a unir con el líquido limpiador, aplicación del adhesivo y encaje de piezas. Realización de pruebas de servicio. Ejecución del relleno envolvente.

### **CONDICIONES DE TERMINACIÓN**

La red permanecerá cerrada hasta su puesta en servicio. Quedará libre de obturaciones, garantizando una rápida evacuación de las aguas.

### **PRUEBAS DE SERVICIO**

Prueba de estanqueidad parcial.

Normativa de aplicación: CTE. DB HS Salubridad

### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO**

Se medirá, en proyección horizontal, la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, entre caras interiores de arquetas u otros elementos de unión, incluyendo los tramos ocupados por piezas especiales.

**Unidad de obra UAI010b: Canaleta prefabricada de drenaje para uso público de polipropileno, con refuerzo lateral de acero galvanizado, de 1000 mm de longitud, 100 mm de ancho y 170 mm de alto, con rejilla pasarela de acero galvanizado clase A-15 según UNE-EN 124 y UNE-EN 1433.**

### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Formación de canaleta prefabricada de drenaje para uso público de polipropileno, con refuerzo lateral de acero galvanizado, de 1000 mm de longitud, 100 mm de ancho y 170 mm de alto, con rejilla pasarela de acero galvanizado clase A-15 según UNE-EN 124 y UNE-EN 1433, realizado sobre solera de hormigón en masa HM-20/B/20/I de 10 cm de espesor. Incluso p/p de piezas especiales, recibido, sifón en línea registrable colocado a la salida del sumidero para garantizar el sello hidráulico, incluyendo el relleno del trasdós y sin incluir la excavación. Totalmente montado, conexasión a la red general de desagüe y probado.

## **NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón: **Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)**.

Ejecución: **CTE. DB HS Salubridad**.

## **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Longitud medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.

## **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE**

Se comprobará que la ubicación y el recorrido se corresponden con los de Proyecto.

## **PROCESO DE EJECUCIÓN**

### **FASES DE EJECUCIÓN**

Replanteo y trazado del sumidero. Eliminación de las tierras sueltas en el fondo previamente excavado. Vertido y compactación del hormigón en formación de solera. Montaje de los accesorios en la canaleta. Colocación del sumidero sobre la base de hormigón. Formación de agujeros para conexionado de tubos. Empalme y rejuntado de la tubería al sumidero. Colocación del sifón en línea.

### **CONDICIONES DE TERMINACIÓN**

Se conectará con la red de saneamiento del edificio, asegurándose su estanqueidad y circulación.

### **CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Se protegerá frente a obturaciones y tráfico pesado.

### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO**

Se medirá, en proyección horizontal, la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

**Unidad de obra UAI020: Imbornal prefabricado de hormigón, de 60x30x75 cm.**

### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Suministro y montaje de imbornal prefabricado de hormigón  $f_{ck}=25$  MPa, de 60x30x75 cm de medidas interiores, para recogida de aguas pluviales, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/20/I de 10 cm de espesor y rejilla de fundición dúctil normalizada, clase C-250 según UNE-EN 124, compatible con superficies de adoquín, hormigón o asfalto en caliente, abatible y antirrobo, con marco de fundición del mismo tipo, enrasada al pavimento. Totalmente instalado y conexionado a la red general de desagüe, incluyendo el relleno del trasdós con material granular y sin incluir la excavación.

## **NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón: **Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08). CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

## **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE**

Se comprobará que la ubicación se corresponde con la de Proyecto.

## **PROCESO DE EJECUCIÓN**

### **FASES DE EJECUCIÓN**

Replanteo y trazado del imbornal en planta y alzado. Excavación. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación. Vertido y compactación del hormigón en formación de solera. Colocación del imbornal prefabricado.

Empalme y rejuntado del imbornal al colector. Relleno del trasdós. Colocación del marco y la rejilla.

### **CONDICIONES DE TERMINACIÓN**

Se conectará con la red de saneamiento del municipio, asegurándose su estanqueidad y circulación.

### **CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Se protegerá frente a obturaciones y tráfico pesado.

### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO**

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

**Unidad de obra UAP010: Pozo de registro, de 0,80 m de diámetro interior y de 1,6 m de altura útil interior, de fábrica de ladrillo cerámico macizo de 1 pie de espesor recibido con mortero de cemento M-5, enfoscado y bruñido por el interior con mortero de cemento hidrófugo M-15, sobre solera de 25 cm de espesor de hormigón armado HA-30/B/20/IIb+Qb ligeramente armada con malla electrosoldada, con cierre de tapa circular y marco de fundición clase B-125 según UNE-EN 124, instalado en aceras, zonas peatonales o aparcamientos comunitarios.**

### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Formación de pozo de registro de fábrica de ladrillo cerámico macizo de 1 pie de espesor, de 0,80 m de diámetro interior y de 1,6 m de altura útil interior, formado por: solera de 25 cm de espesor de hormigón armado HA-30/B/20/IIb+Qb ligeramente armada con malla electrosoldada ME 20x20 Ø 8-8 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080; pozo cilíndrico

y cono asimétrico en coronación de 0,50 m de altura, construidos ambos con fábrica de ladrillo cerámico macizo de 25x12x5 cm, recibido con mortero de cemento M-5 de 1 cm de espesor, enfoscado y bruñido por el interior con mortero de cemento hidrófugo M-15 formando aristas y esquinas a media caña, con cierre de tapa circular y marco de fundición clase B-125 según UNE-EN 124, instalado en aceras, zonas peatonales o aparcamientos comunitarios. Incluso preparación del fondo de la excavación, formación de canal en el fondo del pozo con hormigón en masa HM-30/B/20/I+Qb y del brocal asimétrico en la coronación del pozo, empalme y rejuntado del encuentro de los colectores con el pozo y sellado de juntas con mortero, recibido de patas, anillado superior, recibido de marco, ajuste entre tapa y marco y enrase de la tapa con el pavimento. Totalmente montado, conexionado y probado mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio), sin incluir la excavación ni el relleno del trasdós.

#### **NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón: **Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)**.

Ejecución: **CTE. DB HS Salubridad**.

#### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

#### **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE**

Se comprobará que la ubicación se corresponde con la de Proyecto.

#### **PROCESO DE EJECUCIÓN**

##### **FASES DE EJECUCIÓN**

Replanteo y trazado del pozo en planta y alzado. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación.

Colocación de la malla electrosoldada. Vertido y compactación del hormigón en formación de solera. Formación de muro de fábrica. Enfoscado y bruñido por el interior con mortero de cemento, redondeando ángulos. Formación del canal en el fondo del pozo. Empalme y rejuntado de los colectores al pozo. Sellado de juntas. Colocación de los patas. Colocación de marco, tapa de registro y accesorios. Realización de pruebas de servicio.

#### **CONDICIONES DE TERMINACIÓN**

El pozo quedará totalmente estanco.

#### **PRUEBAS DE SERVICIO**

Prueba de estanqueidad parcial.

Normativa de aplicación: CTE. DB HS Salubridad

### **CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Se protegerá frente a golpes, en especial durante el relleno y compactación de áridos, y frente al tráfico pesado.

### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO**

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

**Unidad de obra UIA010: Arqueta de conexión eléctrica, prefabricada de hormigón, sin fondo, registrable, de 40x40x50 cm de medidas interiores, con marco de chapa galvanizada y tapa de hormigón armado aligerado, de 49,5x48,5 cm.**

### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Suministro y montaje de arqueta de conexión eléctrica, prefabricada de hormigón, sin fondo, registrable, de 40x40x50 cm de medidas interiores, con paredes rebajadas para la entrada de tubos, capaz de soportar una carga de 400 kN, con marco de chapa galvanizada y tapa de hormigón armado aligerado, de 49,5x48,5 cm, para arqueta de conexión eléctrica, capaz de soportar una carga de 125 kN. Incluso excavación manual y relleno del trasdós con material granular, conexiones de tubos y remates. Completamente terminada.

### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

### **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE**

Se comprobará que la ubicación se corresponde con la de Proyecto.

### **PROCESO DE EJECUCIÓN**

#### **FASES DE EJECUCIÓN**

Replanteo de la arqueta. Excavación con medios manuales. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación. Colocación de la arqueta prefabricada. Formación de agujeros para conexionado de tubos. Empalme de los tubos a la arqueta. Colocación de la tapa y los accesorios. Relleno del trasdós.

### **CONDICIONES DE TERMINACIÓN**

Será accesible.

### **CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Se protegerá frente a golpes y obturaciones. Se taparán todas las arquetas para evitar accidentes.

#### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO**

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

**Unidad de obra UVP020: Puerta de paso de 2x2 m constituida por malla de simple torsión con acabado galvanizado y plastificado en color verde RAL 6015 de 40 mm de paso de malla y 2/3 mm de diámetro.**

#### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Suministro y colocación de puerta de paso de 1x2 m, situada en cerramiento, constituida por malla de simple torsión con acabado galvanizado y plastificado en color verde RAL 6015 de 40 mm de paso de malla y 2/3 mm de diámetro y postes de tubo de acero galvanizado por inmersión. Incluso p/p de replanteo, apertura de huecos, relleno de hormigón HM-20/B/20/I para recibido de los postes, colocación de la malla y accesorios de montaje y tesado del conjunto. Totalmente montada.

#### **NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón: **Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)**.

#### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

#### **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE**

Se comprobará que el hueco está terminado y que sus dimensiones son correctas.

#### **PROCESO DE EJECUCIÓN**

##### **FASES DE EJECUCIÓN**

Replanteo de alineaciones y niveles. Marcado de la situación de los postes. Apertura de huecos para colocación de los postes. Colocación de los postes. Vertido del hormigón. Colocación de la malla y atirantado del conjunto.

##### **CONDICIONES DE TERMINACIÓN**

El conjunto será sólido. Los mecanismos estarán ajustados.

#### **CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Se protegerá frente a golpes.

#### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO**

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

**Unidad de obra UVT010: Cerramiento de parcela formado por malla de simple torsión de 2 m altura, de 40 mm de paso de malla y 2/3 mm de diámetro, acabado galvanizado y plastificado en color verde RAL 6015 y postes de acero pintado, de 48 mm de diámetro y 1 m de altura.**

#### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Formación de cerramiento de parcela mediante malla de simple torsión, de 40 mm de paso de malla y 2/3 mm de diámetro, acabado galvanizado y plastificado en color verde RAL 6015 y postes de acero pintado de 48 mm de diámetro y 1 m de altura. Incluso p/p de replanteo, apertura de huecos, relleno de hormigón para recibido de los postes, colocación de la malla y accesorios de montaje y tesado del conjunto.

#### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de longitud mayor de 1 m.

#### **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE**

Se comprobará la posible existencia de servidumbres, elementos enterrados, redes de servicio o cualquier tipo de instalaciones que puedan resultar afectadas por las obras a iniciar.

#### **PROCESO DE EJECUCIÓN**

##### **FASES DE EJECUCIÓN**

Replanteo de alineaciones y niveles. Marcado de la situación de los postes y tornapuntas. Apertura de huecos para colocación de los postes. Colocación de los postes. Vertido del hormigón. Aplomado y alineación de los postes y tornapuntas. Colocación de accesorios. Colocación de la malla y atirantado del conjunto.

#### **CONDICIONES DE TERMINACIÓN**

El conjunto será monolítico.

#### **CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Se protegerá frente a golpes.

#### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO**

Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de longitud mayor de 1 m.



**Unidad de obra UXB010: Bordillo prefabricado de hormigón, 40x20x10 cm, para jardín, sobre base de hormigón no estructural.**

#### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Suministro y colocación de piezas de bordillo prefabricado de hormigón, 40x20x10 cm, para jardín, con cara superior redondeada o achaflanada. Todo ello realizado sobre firme compuesto por base de hormigón no estructural HNE-20/P/20, de 10 cm de espesor, ejecutada según pendientes del proyecto y colocada sobre explanada, no incluida en este precio. Incluso p/p de excavación, rejuntado con mortero de cemento M-5 y limpieza.

#### **NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón: **Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)**.

#### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

#### **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE**

Se comprobará que se ha realizado un estudio sobre las características de su base de apoyo.

#### **PROCESO DE EJECUCIÓN**

##### **FASES DE EJECUCIÓN**

Replanteo de alineaciones y niveles. Vertido y extendido del hormigón. Colocación de las piezas. Relleno de juntas con mortero. Asentado y nivelación.

##### **CONDICIONES DE TERMINACIÓN**

Tendrá buen aspecto.

##### **CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Se protegerá frente a golpes, lluvias, heladas y temperaturas elevadas.

##### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO**

Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

### **2.3.Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

De acuerdo con el artículo 7.4 del CTE, en la obra terminada, bien sobre el edificio en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, totalmente terminadas, deben realizarse, además de las que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el presente pliego, por parte del constructor, y a su cargo, independientemente de las ordenadas por la Dirección

Facultativa y las exigidas por la legislación aplicable, que serán realizadas por laboratorio acreditado y cuyo coste se especifica detalladamente en el capítulo de Control de Calidad y Ensayos, del Presupuesto de Ejecución material (PEM) del proyecto.

### C CIMENTACIONES

Según el CTE DB SE C, en su apartado 4.6.5, antes de la puesta en servicio del edificio se debe comprobar, por parte del Director de Ejecución de la Obra, que:

La cimentación se comporta en la forma prevista en el proyecto.

No se aprecia que se estén superando las cargas admisibles.

Los asientos se ajustan a lo previsto, si, en casos especiales, así lo exige el proyecto o el Director de Obra.

No se han plantado árboles cuyas raíces puedan originar cambios de humedad en el terreno de cimentación, o creado zonas verdes cuyo drenaje no esté previsto en el proyecto, sobre todo en terrenos expansivos.

Así mismo, es recomendable controlar los movimientos del terreno para cualquier tipo de construcción, por parte de la empresa constructora, y obligatorio en el caso de edificios del tipo C-3 (construcciones entre 11 y 20 plantas) y C-4 (conjuntos monumentales o singulares y edificios de más de 20 plantas), mediante el establecimiento por parte de una organización con experiencia en este tipo de trabajos, dirigida por un técnico competente, de un sistema de nivelación para controlar el asiento en las zonas más características de la obra, en las siguientes condiciones:

El punto de referencia debe estar protegido de cualquier eventual perturbación, de forma que pueda considerarse como inmóvil durante todo el periodo de observación.

El número de pilares a nivelar no será inferior al 10% del total de la edificación. En el caso de que la superestructura se apoye sobre muros, se preverá un punto de observación cada 20 m de longitud, como mínimo. En cualquier caso, el número mínimo de referencias de nivelación será de 4. La precisión de la nivelación será de 0,1 mm.

La cadencia de lecturas será la adecuada para advertir cualquier anomalía en el comportamiento de la cimentación.

Es recomendable efectuarlas al completarse el 50% de la estructura, al final de la misma, y al terminar la tabiquería de cada dos plantas.

El resultado final de las observaciones se incorporará a la documentación de la obra.

### I INSTALACIONES

Las pruebas finales de la instalación se efectuarán, una vez esté el edificio terminado, por la empresa instaladora, que dispondrá de los medios materiales y humanos necesarios para su realización.

Todas las pruebas se efectuarán en presencia del instalador autorizado o del director de Ejecución de la Obra, que debe dar su conformidad tanto al procedimiento seguido como a los resultados obtenidos.

Los resultados de las distintas pruebas realizadas a cada uno de los equipos, aparatos o subsistemas, pasarán a formar parte de la documentación final de la instalación. Se indicarán marca y modelo y se mostrarán, para cada equipo, los datos de funcionamiento según proyecto y los datos medidos en obra durante la puesta en marcha.

Cuando para extender el certificado de la instalación sea necesario disponer de energía para realizar pruebas, se solicitará a la empresa suministradora de energía un suministro provisional para pruebas, por el instalador autorizado o por el director de la instalación, y bajo su responsabilidad.

Serán a cargo de la empresa instaladora todos los gastos ocasionados por la realización de estas pruebas finales, así como los gastos ocasionados por el incumplimiento de las mismas.

#### **2.4. Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición**

El correspondiente Estudio de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición, contendrá las siguientes prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de la obra:

El depósito temporal de los escombros se realizará en contenedores metálicos con la ubicación y condiciones establecidas en las ordenanzas municipales, o bien en sacos industriales con un volumen inferior a un metro cúbico, quedando debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

Aquellos residuos valorizables, como maderas, plásticos, chatarra, etc., se depositarán en contenedores debidamente señalizados y segregados del resto de residuos, con el fin de facilitar su gestión.

Los contenedores deberán estar pintados con colores vivos, que sean visibles durante la noche, y deben contar con una banda de material reflectante de, al menos, 15 centímetros a lo largo de todo su perímetro, figurando de forma clara y legible la siguiente información:

Razón social.

Código de Identificación Fiscal (C.I.F.).

Número de teléfono del titular del contenedor/envase.

Número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos del titular del contenedor.

Dicha información deberá quedar también reflejada a través de adhesivos o placas, en los envases industriales u otros elementos de contención.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas pertinentes para evitar que se depositen residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos fuera del horario de trabajo, con el fin de evitar el depósito de restos ajenos a la obra y el derramamiento de los residuos.

En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de RCD.

Se deberán cumplir las prescripciones establecidas en las ordenanzas municipales, los requisitos y condiciones de la licencia de obra, especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición, debiendo el constructor o el jefe de obra realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, considerando las posibilidades reales de llevarla a cabo, es decir, que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje o gestores adecuados.

El constructor deberá efectuar un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCD presenten los vales de cada retirada y entrega en destino final. En el caso de que los residuos se reutilicen en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.

Los restos derivados del lavado de las canaletas de las cubas de suministro de hormigón prefabricado serán considerados como residuos y gestionados como le corresponde (LER 17 01 01).

Se evitará la contaminación mediante productos tóxicos o peligrosos de los materiales plásticos, restos de madera, acopios o contenedores de escombros, con el fin de proceder a su adecuada segregación.

Las tierras superficiales que puedan destinarse a jardinería o a la recuperación de suelos degradados, serán cuidadosamente retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, dispuestas en caballones de altura no superior a 2 metros, evitando la humedad excesiva, su manipulación y su contaminación.

### **3. Condiciones técnicas de los equipos**

#### **3.1. Ámbito de aplicación**

El objeto del presente pliego de condiciones, será la descripción de las especificaciones técnicas de cada uno de los equipos diseñados para instalación a diseñar en el presente trabajo final de grado, bien sean construidos o bien sean seleccionados a un proveedor. En el caso de los equipos que han sido construidos, las especificaciones se corresponderán con el anclaje y conexionado entre sí de los distintos elementos según la red de tuberías y red eléctrica proyectada.

#### **3.2. Especificaciones de la instalación eléctrica**

Las instalaciones eléctricas serán ejecutadas por la Empresa especializada, en posesión de todos los requisitos que establece la legislación vigente. Toda la documentación acreditativa será presentada por el Director de las Obras para que pueda emitir la oportuna autorización de comienzo de los trabajos.

Todo el personal que intervenga en cualquier ejecución en cualquier parte de las instalaciones eléctricas, aunque sea accesoria, deberá estar en posesión de los oportunos certificados de calificación profesional.

Será condición necesaria para que la dirección autorice su intervención en los trabajos, la entrega de una copia, autenticada por la empresa especializada, de los certificados mencionados, así como la justificación de estar de alta en el Libro de Matrícula.

Antes de iniciar la obra, el Contratista presentará unos planos de detalle que indiquen preferentemente una situación real de los recorridos de canalizaciones y conductores. Al finalizar la obra, presentará los mismos planos corregidos en la forma como se hizo.

#### **3.3. Especificaciones de la instalación de fontanería**

La planta de tratamiento de residuos para obtener un polvo granulado está compuesta por una red de tuberías, las tuberías que transportan los lodos de esmalte y las tuberías de las instalaciones de sanitarios, limpieza de equipos, etc.

Las tuberías serán del tipo, diámetro y presión de servicio que se indican en las Mediciones y Presupuestos de este proyecto y cumplirán las especificaciones contenidas dichos documentos.

Las piezas especiales, serán capaces de soportar presiones de prueba y trabajo iguales a las tuberías en que hayan de instalarse. El cuerpo principal de estos elementos, será del material indicado en los Planos, y si no se especificase en estos, serán del material que garantice el fabricante de reconocida solvencia nacional, previa aprobación del Director de las obras, quien también ha de autorizar los modelos a utilizar. En todo caso, el acabado de las piezas especiales, será perfecto y de funcionamiento, durabilidad y resistencia. Deberán acreditarse mediante los oportunos certificados oficiales.

La superficie interior de cualquier elemento, sea tubería o pieza especial, será lisa, no pudiendo admitirse otros defectos de regularidad que los de carácter accidental o local que queden dentro de las tolerancias prescritas y que no representen ninguna merma de la calidad de circulación de agua. La reparación de tales desperfectos no se realizará sin la previa autorización del Director de obras.

Los tubos y demás elementos de las conducciones y redes, estarán bien terminados, con espesores regulares y cuidadosamente trabajados y deberán resistir sin daños todos los esfuerzos que estén llamados a soportar en servicio y durante las pruebas.

### **3.4. Instalación de la maquinaria**

Todas las partes de la maquinaria que deben estar en contacto con los elementos a tratar, serán de material inalterable, con superficie lisa y fácilmente limpiable. De la misma manera, el exterior de la maquinaria deberá estar esmaltado o cubierto de material inalterable y sin ángulos entrantes que impidan una limpieza perfecta.

Los elementos móviles deberán estar provistos de los debidos dispositivos de protección para el manejo del operador. Los rendimientos de cada máquina se ajustarán a los que se han fijado en el Proyecto. Si en condiciones de trabajo normales una máquina, con fuerza de acondicionamiento suficiente y manejada de acuerdo con las instrucciones, no diera el rendimiento garantizado, se comunicará a la casa vendedora para que comunique las deficiencias y haga las modificaciones oportunas. Si en el plazo de un mes, estas deficiencias no fueran subsanadas, la casa se hará cargo de la maquinaria, puesta, embalada en la estación más próxima a la residencia del cliente, devolviendo el mismo importe que haya pagado, o suministrándole a elección de este, en sustitución de la maquinaria retirada, otra de rendimiento correcto.

Serán de cuenta de la casa suministradora el transporte, embalaje, derechos de aduanas, riesgos, seguros e impuestos hasta que la maquinaria se encuentre en el lugar de su

emplazamiento. El montaje será por cuenta de la casa vendedora, si bien el promotor proporcionará las escaleras, instalación eléctrica, herramienta gruesa y material de albañilería, carpintería y cerrajería necesaria para el montaje, así como personal auxiliar para ayudar al especializado que enviará la empresa suministradora.

El plazo que para la entrega de maquinaria pacte el promotor con el vendedor de la misma, no podrá ser ampliado más que por causa de fuerza mayor, como huelgas, lock-out, movilización del ejército, guerra o revolución. Si el retraso es imputable a la casa vendedora, el promotor tendrá derecho a un 1% de rebaja en el precio por cada semana de retraso como compensación por los perjuicios ocasionados.

Será por cuenta de la entidad vendedora suministrar los aparatos y útiles precisos para ejecutar las pruebas de las máquinas y verificar las comprobaciones necesarias, siendo de su cuenta los gastos que originen éstas.

En cada máquina o grupo de máquinas, se establecerá una fecha de prueba con el objeto de poder efectuar la recepción provisional, para el plazo mínimo de garantía de un año, en el cual su funcionamiento ha de ser perfecto, comprometiéndose la empresa suministradora a reponer por su cuenta las piezas que aparezcan deterioradas a causa de una defectuosa construcción o instalación y a subsanar por su cuenta las anomalías o irregularidades de funcionamiento que impidan su uso normal.