



**UNIVERSITAT JAUME I**

**ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES EXPERIMENTALS**

**GRAU EN ENGINYERIA QUIMICA**

***PLANTA PILOTO PARA EL DESARROLLO***

***DE SOPORTES VITROCERÁMICOS***

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**AUTORA**

**Dra. Ester Barrachina Albert**

**DIRECTORES**

**Prof. Dr. Arnaldo Moreno Berto**

**Prof. Dr. Juan B. Carda Castelló**

Castellón, Septiembre de 2014



# ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO 0. RESUMEN.

DOCUMENTO I. MEMORIA.

DOCUMENTO II. ANEXOS.

DOCUMENTO III. PLANOS.

DOCUMENTO IV. PLIEGO DE CONDICIONES.

DOCUMENTO V. ESTADO DE MEDICIONES.

DOCUMENTO VI. PRESUPUESTO.





## **DOCUMENTO 0. RESUMEN**

---

***PLANTA PILOTO PARA EL DESARROLLO***

***DE SOPORTES VITROCERÁMICOS***

AUTORA

Dra. Ester Barrachina Albert

DIRECTORES

Prof. Dr. Arnaldo Moreno Berto

Prof. Dr. Juan B. Carda Castelló

Castellón, Septiembre de 2014



## RESUMEN

Este proyecto consiste en el diseño de una planta piloto para el desarrollo de soportes vitrocerámicos, enfocada principalmente a la investigación y producción de este tipo de materiales, a partir de residuos industriales y urbanos.

La planta, que presenta una superficie de 2.178 m<sup>2</sup> y una altura alrededor de 8 m, se ubica dentro del recinto universitario, con el propósito de desarrollar un know how robusto desde el conocimiento científico y tecnológico. Además de la línea productiva, la nave incluye un taller, laboratorio, oficinas y zona de almacenamiento interior de materias primas y producto acabado.

La planta piloto presenta una línea de producción encabezada por un horno de fusión por arco eléctrico de tipo discontinuo que, tras una hora aproximadamente de fusión y media de acondicionamiento térmico, vierte la masa fundida del vidrio precursor sobre una estación laminadora a una temperatura de unos 1000°C, de manera que se conforma la masa en láminas o soportes. Los gases emitidos por el horno, compuestos mayormente por CO<sub>2</sub>, se diluyen mediante una corriente de aire frío acelerada por un dispositivo tipo venturi y se depuran a través de un filtro cerámico de alta temperatura. Además, se dispone de un foso subterráneo justo debajo de la plataforma del horno y la laminadora que recogerá todo el material fundido en caso de accidente, para evitar el desparramamiento del fundido por toda la planta.

El soporte vítreo conformado es conducido hacia el horno de recocido de 22.5 m de longitud que opera de forma discontinua, donde se somete a un ciclo de enfriamiento lento desde unos 700°C, con el objeto de eliminar tensiones mecánicas en el vidrio en un intervalo aproximado entre 482°C y 371°C. En el tramo final, los soportes sufren un pulido en caliente para alisar la superficie superior mediante unos quemadores ubicados en el techo del horno de recocido.

A continuación, los soportes son dirigidos por un camino de rodillos hacia el robot cartesiano que los transporta a la entrada de la cortadora de chorro de agua a presión. Los soportes se cortan al tamaño requerido y, seguidamente, se transportan a través de unas sopladoras que eliminan gran parte del agua adsorbida superficialmente hacia el secadero, donde se elimina el resto del agua procedente de la cortadora.

Tras el secadero de 5 m de longitud, que opera en continuo por infrarrojos, los soportes cortados aún vítreos pasan por el cabezal de serigrafía para ser decorados.

Finalmente, entran en el horno de cristalización de 20 m de longitud, sobre unas bandejas refractarias. En esta etapa térmica se consigue la conversión de un material vítreo en uno vitrocerámico, gracias a la generación de cristales minúsculos que confieren al nuevo material unas propiedades extraordinarias respecto de las que presenta el vidrio precursor. Dicho tratamiento térmico se divide en dos ciclos, la nucleación y el crecimiento cristalino a mayor temperatura.

El trabajo incluye todos los documentos típicos de un proyecto profesional, a saber, la memoria descriptiva, los anexos con cálculos y catálogos, los planos, el pliego de condiciones, el estado de mediciones y el presupuesto total.

Cabe destacar que se ha realizado el estudio de viabilidad económica correspondiente aportando el resultado del VAN (551.486,53 €), el TIR (4.93%) a los 15 años, con un periodo de retorno al partir del 13º año.

También se ha elaborado el estudio de seguridad y salud, donde se tienen en cuenta los riesgos laborales y su prevención.





---

## DOCUMENTO I. MEMORIA

---

*PLANTA PILOTO PARA EL DESARROLLO*

*DE SOPORTES VITROCERÁMICOS*

AUTORA

Dra. Ester Barrachina Albert

DIRECTORES

Prof. Dr. Arnaldo Moreno Berto

Prof. Dr. Juan B. Carda Castelló

Castellón, Septiembre de 2014



## Índice

<b>1. OBJETO.....</b>	<b>9</b>
<b>2. ALCANCE.....</b>	<b>12</b>
<b>3. ANTECEDENTES.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1. Estudio de mercado. _____</b>	<b>19</b>
<b>3.2. Descripción del proceso industrial de fabricación. _____</b>	<b>21</b>
<b>4. NORMAS Y REFERENCIAS.....</b>	<b>26</b>
<b>4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas. _____</b>	<b>26</b>
<b>4.2. Referencias. _____</b>	<b>31</b>
<b>4.3. Programas de cálculo. _____</b>	<b>33</b>
<b>4.4. Plan de gestión de la calidad aplicado durante la redacción del Proyecto. _____</b>	<b>34</b>
<b>5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.....</b>	<b>35</b>
<b>5.1. Definiciones. _____</b>	<b>35</b>
<b>6. REQUISITOS DE DISEÑO.....</b>	<b>45</b>
<b>6.1. Materias primas. _____</b>	<b>45</b>
<b>6.2. Dosificación de las materias primas. _____</b>	<b>46</b>
<b>6.3. Fusión de la composición. _____</b>	<b>47</b>
<b>6.4. Afinado. _____</b>	<b>47</b>
<b>6.5. Reposo y acondicionamiento térmico. _____</b>	<b>48</b>
<b>6.6. Conformado del vidrio. _____</b>	<b>48</b>
<b>6.7. Acondicionamiento térmico del vidrio (recocido). _____</b>	<b>49</b>
<b>6.8. Pulido superficial. _____</b>	<b>49</b>
<b>6.9. Control de dimensionamiento. _____</b>	<b>49</b>

---

<b>6.10. Desvitrificación del vidrio.</b>	<b>50</b>
<b>6.11. Características del producto acabado.</b>	<b>50</b>
<b>7. ANÁLISIS DE SOLUCIONES.....</b>	<b>51</b>
<b>7.1. Materias primas.</b>	<b>51</b>
<b>7.2. Etapa de fusión.</b>	<b>54</b>
<b>7.3. Conformado.</b>	<b>56</b>
<b>7.4. Etapa de acondicionamiento térmico en horno de recocido.</b>	<b>59</b>
<b>7.5. Etapa de pulido en llama.</b>	<b>59</b>
<b>7.6. Etapa de corte de láminas.</b>	<b>60</b>
<b>7.7. Etapa de cristalización.</b>	<b>60</b>
<b>8. RESULTADOS FINALES.....</b>	<b>62</b>
<b>8.1. Capacidad de la planta piloto.</b>	<b>62</b>
<b>8.2. Desglose de producción en procesos unitarios.</b>	<b>62</b>
8.2.1. Proceso unitario de fusión.....	62
8.2.2. Proceso unitario de conformado por laminación. ....	63
8.2.3. Proceso unitario de acondicionamiento térmico (recocido).....	65
8.2.4. Proceso unitario de pulido en llama. ....	65
8.2.5. Proceso unitario de separación lámina-bandeja metálica. ....	65
8.2.6. Proceso unitario de corte mediante chorro de agua a presión.....	66
8.2.7. Proceso unitario de secado de láminas cortadas. ....	66
8.2.8. Proceso unitario de serigrafiado.....	67
8.2.9. Proceso unitario de incorporación de bandejas refractarias bajo los soportes vítreos antes de la entrada al horno de cristalización. ....	67
8.2.10. Proceso unitario de cristalización.....	67
<b>8.3. Características del producto final.</b>	<b>67</b>
<b>8.4. Justificación general de la solución adoptada.</b>	<b>68</b>

<b>8.5. Esquema del proceso.</b>	<b>68</b>
<b>8.6. Distribución en planta inicial.</b>	<b>70</b>
<b>9. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA.</b>	<b>71</b>
<b>10. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.</b>	<b>72</b>
<b>10.1. Antecedentes y datos generales.</b>	<b>72</b>
10.1.1. Objeto y autor del Estudio de Seguridad y Salud.	72
10.1.2. Proyecto al que se refiere.	73
10.1.3. Descripción del emplazamiento y la obra.	73
10.1.4. Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria.	75
10.1.5. Maquinaria de obra.	77
10.1.6. Medios auxiliares.	77
<b>10.2. Riesgos laborables evitables completamente.</b>	<b>78</b>
<b>10.3. Riesgos laborables no eliminables completamente.</b>	<b>79</b>
<b>10.4. Riesgos laborables especiales.</b>	<b>86</b>
<b>10.5. Previsiones para trabajos futuros.</b>	<b>87</b>
10.5.1. Elementos previstos para la seguridad de los trabajos de mantenimiento.	87
10.5.2. Elementos previstos para la seguridad e higiene de los trabajos de puesta en marcha y funcionamiento de la planta piloto.	88
<b>10.6. Normas de seguridad y salud aplicables a la obra.</b>	<b>89</b>
<b>11. PLANIFICACIÓN.</b>	<b>92</b>
<b>12. ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS.</b>	<b>94</b>



## **1. OBJETO.**

Este trabajo va a consistir en el diseño de una planta piloto para el desarrollo de soportes vitrocerámicos, con el fin de investigar y producir este tipo de materiales a pequeña escala a partir de materiales procedentes de residuos industriales y urbanos.

Una planta piloto es una instalación de proceso a escala reducida. El fin que se persigue al diseñar, construir y operar una planta piloto es obtener información sobre un determinado proceso físico o químico, que permita determinar si el proceso es técnica y económicamente viable, así como establecer los parámetros de operación óptimos de dicho proceso para el posterior diseño y construcción de la planta a escala industrial. La investigación para el estudio de nuevos procesos físico-químicos, o para la mejora de procesos ya existentes se lleva a cabo en plantas a escala piloto, reduciéndose así los costes asociados a la inversión y a los gastos fijos de operación inherentes a una planta industrial.

Por otra parte, una planta piloto debe ser mucho más flexible que una planta a escala industrial en cuanto al rango permisible de sus parámetros de operación o variables de proceso, ya que una planta industrial opera siempre en las mismas condiciones, mientras que una planta piloto, por el hecho de estar destinada a la investigación o estudio de un proceso, debe permitir trabajar en un amplio rango de valores de temperatura, presión, etc., de manera que puedan realizarse experimentos o ensayos con valores bien distintos de las variables de proceso y poder determinar, así, los valores óptimos.

En lo que respecta la investigación, la gran cantidad de residuos generados en nuestra sociedad obliga a buscar nuevos procesos de gestión de desechos tanto para reducirlos como para inertizarlos y revalorizarlos. Así, este proyecto versa sobre el diseño de una planta piloto para fabricar soportes vitrocerámicos de diferente naturaleza enfocados a aplicaciones diversas de carácter constructivo.

Los materiales vitrocerámicos ofrecen varias ventajas sobre las cerámicas cristalinas y los vidrios. Se pueden enumerar las siguientes [1]:

1.- La ventaja más importante de las vitrocerámicas sobre las cerámicas cristalinas es su facilidad de procesamiento. La sinterización por flujo viscoso es mucho más fácil y rápida que la sinterización de estado sólido, motivo por el cual se utiliza este proceso para crear objetos de formas complejas, seguido de la transformación de la fase no cristalina (vítrea) en una fase sólida más refractaria, cuyas propiedades pueden ser adaptadas por medio de una adecuada cristalización.

A diferencia de los cuerpos cerámicos convencionales obtenidos por prensado y sinterización, las vitrocerámicas tienden a estar libre de poros. Esto se debe a que durante la cristalización el vidrio puede fluir y adaptarse a los cambios en el volumen.

2.- Por lo general, la presencia de la fase cristalina da como resultado una temperatura de deformación mucho mayor que la de los vidrios correspondientes de la misma composición. Por ejemplo, muchos óxidos tienen valores de temperaturas de transformación vítrea en el intervalo de 400°C a 450°C y se ablandan fácilmente a temperaturas superiores a 600°C. Sin embargo, una vitrocerámica de la misma composición, puede conservar su integridad mecánica y rigidez a temperaturas tan altas como 1000°C -1200°C.

3.- La resistencia mecánica y la tenacidad de las vitrocerámicas son normalmente superiores a las de los vidrios. Por ejemplo, la resistencia mecánica de una placa de vidrio es en el orden de 100 MPa, mientras que la de la vitrocerámica correspondiente puede ser varias veces mayor. La razón es que los cristales presentes en las vitrocerámicas tienden a limitar el tamaño de los defectos presentes en el material, aumentando la resistencia mecánica. Por otra parte, la presencia de la fase cristalina mejora la tenacidad. En la Tabla 1 se muestran valores orientativos del módulo de ruptura de vidrios, cerámicas y vitrocerámicas.



**Tabla 1. Resistencia mecánica de los vidrios, cerámicas y vitrocerámicas [1].**

Material	Módulo de ruptura (lb/in <sup>2</sup> )
Vidrios	8 a 10 ( $\cdot 10^{-3}$ )
Vitrocerámicas	10 a 50
Porcelánico sin esmaltar	10 a 12
Porcelánico esmaltado	12 a 20

4.- Al igual que en los vidrios, las propiedades de las vitrocerámicas, en particular el coeficiente de expansión térmica, se puede controlar mediante el ajuste de la composición. En muchas aplicaciones, tales como los sellos vidrio-metal y la unión de materiales, es muy importante que los valores del coeficiente de expansión térmica sean similares para evitar la generación de tensiones térmicas.

## **2. ALCANCE.**

La planta piloto para el desarrollo de soportes vitrocerámicos que describe este proyecto incluye la dosificación de las materias primas y su fusión, para producir hojas de vidrio laminadas que, tras someterse a distintos tratamientos térmicos, se convierten en paneles vitrocerámicos para aplicaciones de carácter constructivo.

A continuación, se hace una breve introducción sobre el uso de los materiales vitrocerámicos en los diversos campos tecnológicos y científicos.

Las vitrocerámicas derivadas de vidrios de composición en los sistemas ternarios  $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$  y  $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ , con coeficientes de dilatación térmica próximos a cero, se utilizan para la fabricación de una serie de productos en los que la resistencia a los cambios bruscos de temperatura (choque térmico) es esencial, como son los platos de horno, platos de cocina en caliente, tapas de mesa de laboratorio, tuberías y válvulas. Una aplicación importante de los materiales vitrocerámicos en ingeniería versa en la fabricación de grandes intercambiadores rotativos de calor para turbinas de gas. En este caso, es necesaria una expansión térmica nula con el fin de garantizar la estabilidad dimensional de los discos, lo que permite que se mantenga un sellado satisfactorio del gas.

La posibilidad de la fabricación de vitrocerámicas con coeficientes de expansión térmica similares a los de los metales ha llevado a su utilización de este material en formas mejoradas de las envolventes de los tubos de vacío.

Otra aplicación importante de las vitrocerámicas es en la producción de cúpulas para misiles guiados. Para ello, el material debe ser transparente a las microondas y tener un bajo coeficiente de permitividad con la temperatura. Por otra parte, también es necesaria una alta resistencia mecánica, una buena resistencia al choque térmico y una alta resistencia a la lluvia y la erosión. Las vitrocerámicas a base de cordierita cumplen dichos requisitos. El cambio de constante dieléctrica entre  $20^\circ\text{C}$  y  $400^\circ\text{C}$  también es pequeño, siendo inferior al 4%. Las vitrocerámicas basadas en el sistema ternario  $\text{ZnO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ , con adiciones de óxidos divalentes como  $\text{CaO}$ ,  $\text{BaO}$ , o  $\text{SrO}$  también tienen

pérdidas dieléctricas bajas. La vitrocerámica que contiene BaO tiene pérdida de tangentes tan bajas como 0,0005 a 400 °C y 10000 MHz, y el cambio en la constante dieléctrica entre 20°C y 400 °C es sólo del 3 %.

Las vitrocerámicas aptas para soldadura presentan temperaturas relativamente bajas de sellado, pero la desvitrificación del vidrio permite el tratamiento posterior a temperaturas más altas. Como ejemplo, las vitrocerámicas basadas en el sistema ternario PbO-ZnO-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> se pueden utilizar para el sellado junto con vidrios de coeficiente de dilatación térmica de  $90 \times 10^{-7} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  y la fabricación de tubos para televisores en color depende de la utilización de materiales de sellado de este tipo.

También se han desarrollado vitrocerámicas con secciones transversales de alta captura de neutrones térmicos para su uso en las barras de control de reactores. Se incluyen los óxidos de cadmio, indio y el boro.

Las vitrocerámicas que contienen óxido de cobre se desarrollaron para formar una capa superficial de cobre por tratamiento térmico en una atmósfera reductora. Dichas vitrocerámicas se utilizan para producir placas de circuitos impresos, resistencias y componentes de los microscopios electrónicos.

Los recipientes de acero con revestimientos de vitrocerámica utilizados en las industrias alimentaria y química han demostrado tener una resistencia a los ácidos, al choque térmico y mecánica superior a la de los recubrimientos convencionales de esmalte vítreo. La inercia química de las vitrocerámicas también ha generado interés en posibles aplicaciones en el campo biomédico. La producción de dientes artificiales de vitrocerámicas basadas en el sistema ternario Li<sub>2</sub>O-ZnO-SiO<sub>2</sub> y el uso de polvos similares de vitrocerámica como material de relleno en materiales compuestos poliméricos de restauración ya han sido publicados. Todo ello se debe a la mayor resistencia a la abrasión que presentan las vitrocerámicas y también a la posibilidad de lograr una expansión térmica similar entre el material compuesto y el material de los dientes naturales. El uso de vitrocerámicas con una alta absorción de rayos X de diagnóstico también es un gran avance. Las vitrocerámicas también se utilizan con éxito como sustitutivos óseos en los implantes [1].

Por lo que respecta a este proyecto, al tratarse de una planta piloto diseñada para el desarrollo de materiales vitrocerámicos, no está enfocada directamente a la producción en sí misma, sino al estudio experimental del procesado de materiales, con el propósito de optimizar el proceso de fabricación, reducir costes y adquirir el “Know How” de todo el conocimiento técnico específico relacionado con este tipo de materiales, a partir de composiciones y variables de fabricación ensayadas en dicha planta piloto.

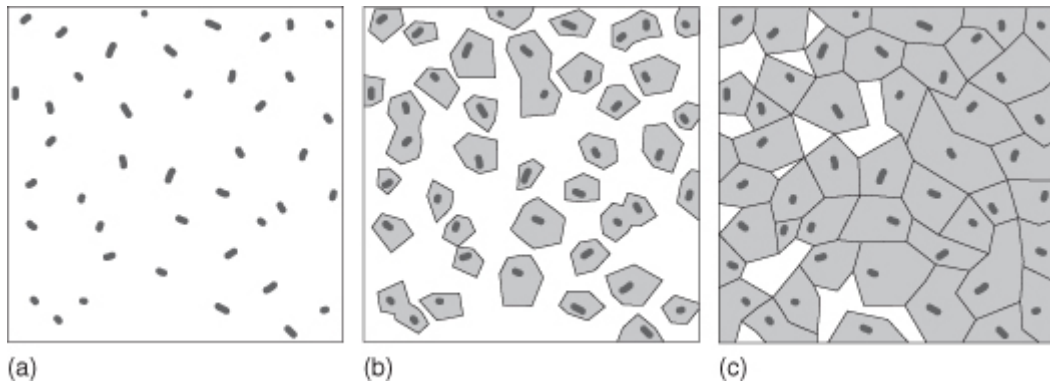
La capacidad productiva de la planta depende de muchos factores, sobre todo de la composición del vidrio precursor. En primer lugar, hay que tener en cuenta que el horno de fusión limita la producción como máximo a unos 221 kg/h de producto fundido en el caso de pérdida por calcinación prácticamente nula. En segundo lugar, las etapas de recocido o acondicionamiento térmico y de cristalización dependen del tipo de composición, pero en total como mínimo durarán conjuntamente un mínimo de 2 horas. Finalmente, el número de piezas también estará en función de sus dimensiones, incluido el espesor que se seleccione en la laminadora.

En consecuencia, es necesario un estudio previo en un laboratorio especializado, que puede estar en la propia nave, de cada una de las composiciones a ensayar en la planta piloto, estudio que definirá o al menos acotará las distintas variables del proceso para poder optimizarlo.

Así, en este trabajo los cálculos relativos al diseño de la planta se van a basar en la producción de piezas de material vitrocerámico correspondiente al sistema terciario  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ , con unas dimensiones de  $60 \times 60 \times 0.5 \text{ cm}^3$ , por considerarse un tamaño convencional. Sin embargo, la planta se destina a la investigación y desarrollo de cualquier combinación de materias primas, preferentemente recicladas, puesto que se trata de un proyecto destinado a la reducción de materiales de desecho de otros procesos industriales.

### 3. ANTECEDENTES.

Los materiales vitrocerámicos son materiales cerámicos formados por procesos térmicos que favorecen la nucleación y la cristalización controlada de un vidrio. La base de una cristalización interna controlada subyace en una nucleación eficiente, que permita el desarrollo de granos finos orientados al azar, generalmente exentos de huecos, microfrazas u otra clase de porosidad (Ilustración 1)[2].



**Ilustración 1. De vidrio a vitrocerámico: (a) Formación de núcleos, (b) crecimiento del cristal alrededor del núcleo y (c) microestructura vitrocerámica.**

Este fenómeno fue descrito por el químico y físico ruso Gustav Tammann en 1926, quien realizó importantes contribuciones en los campos de las soluciones sólidas, los equilibrios heterogéneos, la cristalización y la metalurgia. Sus investigaciones en el campo de la vitrocerámica demostraron que el proceso de desvitrificación se divide en dos etapas principales, a saber, la nucleación o formación de gérmenes cristalinos y la cristalización o crecimiento cristalino que equivale al desarrollo del número y tamaño de los cristalitas en el interior del vidrio precursor [3]. Además, G. Tammann también advirtió que la dependencia de los factores cinéticos con la temperatura presenta un máximo, de forma que a mayor velocidad de enfriamiento del fundido, menor es la probabilidad de que se forme una fase cristalina durante el enfriamiento y mayor la posibilidad de que se forme vidrio o fase amorfa [4].

El proceso de desvitrificación lo descubrió René Antoine Ferchault de Réaumur, (1683 - 1757), naturalista, físico y tecnólogo francés [5], como consecuencia del interés industrial que despertaba por aquel entonces la obtención de una cerámica densa a

partir de la cristalización de objetos de vidrio. Así, este científico obtuvo vidrio desvitrificado conocido como la porcelana de Réaumur.

Sin embargo, esta idea no se consumó hasta mediados del siglo XX, gracias a la aportación del famoso inventor, químico de formación, Dr. Stanley Donald Stookey (1915-), quien ha sido durante más de 40 años director de I+D en el desarrollo de vidrio y cerámica de la compañía americana Corning Glass Works y autor de numerosas patentes. La secuencia de los avances de Dr. S.D. Stookey en este tipo de materiales se observa en la Tabla 2:

**Tabla 2. Secuencia de avances en materiales vitrocerámicos (S.D. Stookey, 1950s).**

<b>INVENCION DE LOS MATERIALES VITROCERÁMICOS (S.D. Stookey, 1950s)</b>
Precipitación de plata fotosensible en vidrios de $\text{Li}_2\text{O-SiO}_2$ ; el horno se sobrecalienta; $\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ cristaliza sobre núcleos de plata; primer material vitrocerámico.
Muestra cae accidentalmente; se observa una resistencia inusual.
Expansión térmica casi nula de las fases cristalinas del sistema $\text{Li}_2\text{O-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ (Hummel, Roy).
Intentos de utilizar el $\text{TiO}_2$ como agente nucleante por la precipitación observada en termómetros densos de ópalo.
Material vitrocerámico de aluminosilicato desarrollado por Corning Ware®.

Por otro lado, el diseño de materiales vitrocerámicos mediante residuos industriales, en particular de lodos procedentes de los altos hornos, empezó hace unos 40 años en la antigua Unión Soviética por Kitaigorodski y Pavlushkin. Algunos de estos productos vitrocerámicos se han convertido en productos comerciales (Slagsitall, fases de wollastonita y anortita, Slagceram, Slagkyston) o en productos preindustriales (Silceram, fases de piroxeno). Sus principales aplicaciones se centran en el campo de los materiales resistentes a la abrasión (cubiertas de naves industriales, fachadas, revestimientos resistentes a la abrasión, aislantes de alta temperatura). De este modo, el bajo coste y la disponibilidad de las materias primas hacen que este tipo de materiales sean muy atractivos desde el punto de vista económico [6].

En la actualidad, la inertización, recuperación y valorización de residuos procedentes de la incineración de los residuos urbanos e industriales son retos

fundamentales para potenciar la sostenibilidad ambiental y además, son relativamente económicos.

El proceso de vitrificación es capaz de aumentar significativamente la uniformidad química de mezclas muy heterogéneas que contengan incluso metales pesados tóxicos y peligrosos, alcanzando estabilidad composicional del sistema suficiente y modular así las propiedades finales para garantizar la reutilización del residuo como materia prima. Los materiales vitrocerámicos también se denominan semicristalinos, con mejores propiedades respecto a los materiales amorfos de partida.

La vitrificación se basa en que los materiales en bruto se funden dentro de un intervalo entre 1400°C y 1700°C, moldeándose durante el proceso de enfriamiento rápido del fundido. A continuación, el material amorfo se somete a nucleación controlada y al crecimiento cristalino inducido mediante un tratamiento térmico (que algunos llaman ceramización), formándose el material vitrocerámico. La Ilustración 2 muestra el esquema de procesado térmico requerido para los materiales vitrocerámicos.

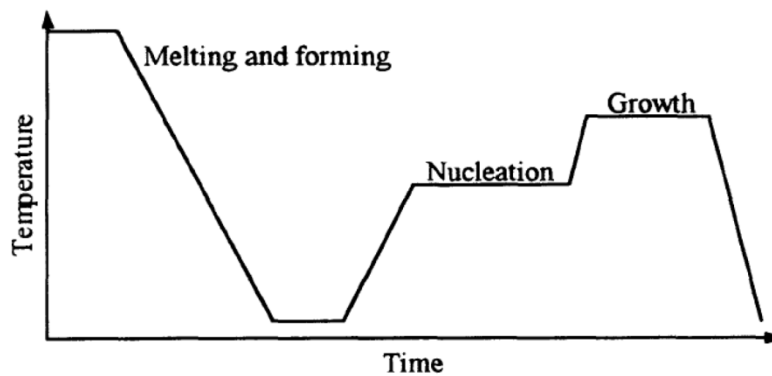


Ilustración 2. Esquema del programa térmico para la obtención de materiales vitrocerámicos.

Se han obtenido vitrocerámicos de silicato y aluminosilicato a partir de la desvitrificación controlada del sistema  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  procedente de las mezclas de cenizas volantes de origen industrial y de residuos urbanos con otros subproductos como el casco de vidrio y la dolomita flotada residual. Todos estos vidrios han mostrado una buena tendencia a la cristalización con la formación de piroxeno y wollastonita acicular junto con feldespato y espinelas de hierro que crecen en superficie. Así, la

posibilidad de vitrificar y desvitrificar hasta el 100% del residuo de la incineradora y hasta el 40%-50% de las cenizas volantes al mezclarlas con calcín y dolomita, convierte al tratamiento de vitrificación como un procedimiento factible.

El interés de estos productos reside en su relativo bajo coste de fabricación, comparado con las cerámicas avanzadas. El conformado del material vitrocerámico se puede llevar a cabo usando gran variedad de procesos económicos, y aunque no se puede evitar el consumo energético por la necesidad de sinterizar a altas temperaturas, el ahorro económico se puede conseguir simplificando el proceso de tratamiento térmico y usando residuos industriales como materia prima.

Más recientemente, el reciclado se ha extendido a otro tipo de subproductos como las cenizas volantes de carbón o de aceite quemado, originadas en las centrales térmicas y también cenizas volantes procedentes de las incineradoras municipales.



### **3.1. Estudio de mercado.**

Para el estudio de mercado, se ha consultado la web estadística de Eurostat [7] más reciente, correspondiente a 2012, que indica de forma aproximada que en ese año en Europa, se han vendido 12MM de unidades de material vitrocerámico respecto a la producción total, cuya cifra no figura en dicho documento Excel.

Las principales compañías de carácter internacional que se dedican a la fabricación de paneles de vitrocerámica se enumeran a continuación:

- 1) Schott, de Alemania.
- 2) Eurokera, de Francia (50% Corning S.A.S. and Saint-Gobain [8])
- 3) Corning S.A.S, de USA.
- 4) Nippon Electric Glass Co, de Japón.
- 5) Pilkington, de Reino Unido.
- 6) Ilva Glass, de Italia.

Conviene resaltar que en España no se producen soportes vitrocerámicos, ya que se importan de las multinacionales anteriormente citadas, lo que se deduce del documento de Eurostat anteriormente mencionado [7], corroborándose con conversaciones con expertos en el tema como Dr. Jesús María Rincón del CSIC-IETCC, Dr. Edgar Dutra Zanotto (CeRTEV) y Michele Dondi (CNR-ISTEC).

Por otra parte, en cuanto a la localización geográfica de la planta piloto, la provincia de Castellón recoge al clúster cerámico español, el cual lucha por superar la profunda crisis comercial que ha sufrido. Sin embargo, este sector sigue en activo y con buenas perspectivas en el comercio extranjero y, por tanto, produce residuos de numerosos tipos: aguas residuales, testillo crudo y cocido, material vítreo residual, etc. En la actualidad, gran parte del testillo cocido y del material vítreo residual (fritas y esmaltes) no se recicla en otros procesos, por lo que provoca un crecimiento paulatino de los vertederos industriales, con su influencia directa negativa en el medio ambiente.

Así, una posibilidad de valorizar este material residual y de inertizarlo, teniendo en cuenta que incluso, algunos contienen elementos tóxicos (Pb, Ar, Sn...), consiste en

utilizarlos de materia prima para la fabricación de paneles vitrocerámicos de alto valor añadido, que es para lo que se enfoca principalmente la planta piloto que se describe en este proyecto.

Además, convendría que esta planta estuviera cerca del campus universitario, para que hubiera una transferencia tecnológica efectiva y eficaz entre la industria y la universidad, lo que favorecería el desarrollo de nuevos productos y el crecimiento del sector cerámico. Así, de este modo, se va a buscar una ubicación cerca del Campus Universitario de la Universitat Jaume I de Castellón.

### **3.2. Descripción del proceso industrial de fabricación.**

La fabricación de las bandejas vitrocerámicas a nivel industrial comprende de manera general las etapas siguientes [9], [10], [11], [12] y [13]:

- Etapa de mezclado de materias primas: las materias primas son seleccionadas principalmente según su pureza y su distribución de tamaño de partícula, tanto si se trata de materias naturales como sintéticas, puesto que ambos parámetros intervienen directamente en su temperatura de fusión. Se debe controlar la composición y distribución de tamaño de partícula de las materias primas, de forma muy estricta.

Así, se mezclan los principales componentes, como pueden ser cuarzo, aluminio hidratado, carbonato de litio, óxido de titanio y óxido de zirconio, para el caso de una composición convencional de vitrocerámico de bajo coeficiente de dilatación, como las que se destinan a la cocción, y se añaden otros aditivos como carbonato sódico, potasa, óxido de zinc, óxido de magnesio, nitrato de bario y agentes de afinado. La transmisión del vitrocerámico en el rango de longitudes de onda del visible y del infrarrojo (IR) se consigue con óxidos colorantes como  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CoO}$ ,  $\text{NiO}$ ,  $\text{MnO}_2$  y  $\text{V}_2\text{O}_5$  en cantidades adecuadas. También se incorpora calcín procedente del propio proceso (entre 30%-50%), que actúa como agente fluidificante y acelera la disolución de la arena. Así, se incrementa la producción a la vez que se reduce el consumo energético.

La dosificación de las materias primas suele ser electrónica, en función de distribución de tamaño de partícula (controlada a partir de un medidor de distribución de tamaño de partícula) y pureza, calculada por fluorescencia de rayos X (análisis químico).

- Etapa de Formación del Vidrio Precursor: las materias primas naturales y/o artificiales se funden en un tanque de fusión (horno de fritado) a temperaturas que abarcan entre 1400°C y 1700°C, originando un vidrio fundido homogéneo de apariencia de jarabe viscoso al rojo vivo, de composición adecuada para producir el material vitrocerámico.

El tanque de fusión opera en continuo y suele estar revestido por materiales refractarios a base de  $ZrO_2-SiO_2$  de calidad superior. Está dividido en tres secciones, a saber, la zona de fundido, la zona de afinado y la zona frontal de salida [14].

La reacción de las materias primas durante el proceso de vitrificación origina tensiones significativas sobre los refractarios de revestimiento en la zona de fundido, por lo que se debe tener especial cuidado en este punto.

En general, la formación de vidrio se produce junto a la liberación de componentes gaseosos de las materias primas, principalmente, agua, dióxido de carbono y óxido nítrico. En esta zona, pequeñas cantidades de componentes volátiles, como los agentes de afinado, se evaporan y partículas muy finas de las materias primas son arrastradas en forma pulverulenta. Para reducir la contaminación del aire, el óxido nítrico y los componentes sólidos presentes en los gases de salida han de estar en la proporción adecuada, según los valores legalmente restringidos. Los óxidos nítricos se eliminan mediante una reacción con amoníaco [15], mientras que los componentes sólidos son capturados mediante filtros especiales resistentes a alta temperatura, con el propósito de reutilizarlos como materia prima y, en consecuencia, pasan de nuevo a la primera etapa de dosificación.

Tras la etapa de fusión, es muy importante eliminar las inclusiones gaseosas tan eficazmente como sea posible de la masa fundida de vidrio. La eliminación de las burbujas formadas en el vidrio que no disponen de suficiente tiempo para ser eliminadas (de menor tamaño o situadas a mayor profundidad) se puede realizar mediante procedimientos químicos y/o físicos. A nivel químico, la composición del vidrio lleva incorporados en las materias primas determinados agentes afinantes. Generalmente, se utiliza el  $As_2O_3$  en un porcentaje mayor del 0.1% y menor del 1% en peso. También se utiliza  $Sb_2O_3$  en cantidades más elevadas. Dado que estos agentes están clasificados como productos tóxicos y en cumplimiento de las normativas vigentes referidas a la seguridad e higiene laboral y la protección del medio ambiente, se intenta minimizar su uso en fórmula sustituyéndolos por productos menos tóxicos.

Con el fin de cumplir la legalidad medioambiental y de seguridad e higiene industrial, en diversas patentes ([16]–[18]) se han sustituido los agentes afinantes tradicionales ( $\text{Sb}_2\text{O}_3$  y  $\text{As}_2\text{O}_3$ ) por  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{CeO}_2$  y sus combinaciones adecuadas. En la patente norteamericana [18] perteneciente al grupo Eurokera, se indica que el  $\text{SnO}_2$  no es un agente afinante bastante eficiente, puesto que presenta una baja solubilidad en el vidrio, favoreciendo la desvitrificación del vidrio en la etapa de fusión, junto a un poder reductor destacable capaz de reducir a los óxidos de los metales de transición como el  $\text{V}_2\text{O}_5$ , interfiriendo de nuevo en la coloración final de la lámina vitrocerámica. Por lo que respecta al  $\text{CeO}_2$ , también se demuestra en una patente europea [19], que la adición de 0.2% a 1.3% en peso de este óxido resulta insuficiente para sustituir a los agentes tradicionales. Sin embargo, en la patente norteamericana se observa que la combinación de  $\text{SnO}_2$  (0.15% - 0.25% en peso) con  $\text{CeO}_2$  y/o  $\text{MnO}_2$  (0.8%-1.5% en peso) tiende a la liberación de oxígeno cuando se incrementa la temperatura del baño fundido, según el equilibrio redox establecido entre los diferentes elementos presentes en el baño.

En cuanto al afinado físico, éste se logra reduciendo la viscosidad del fundido, mediante su incremento de temperatura. Sin embargo, por razones económicas de consumo energético no se considera esta posibilidad, además de la aparición de problemas de corrosión [20].

Desde la zona de afinado, el vidrio fluye hasta la salida frontal, donde se enfría a la temperatura requerida para el procesado y se homogeneiza mecánicamente con un sistema de agitado. Esta zona de salida frontal también se construye con refractarios especialmente resistentes a la corrosión y al calor, evitando la reducción de calidad del vidrio debido a la aparición de grietas o defectos superficiales por la presencia de restos provenientes de los refractarios dañados.

Por otro lado, en cuanto al control electrónico, un sistema informático acumula todos los valores importantes recogidos, como la temperatura en varios puntos del tanque de fusión, el consumo energético del combustible utilizado y la potencia de fusión. Todos estos valores recopilados se combinan con más datos sobre la calidad del producto final en bases de datos, permitiendo la optimización del proceso.

- Etapa de Conformado: los procesos más habituales de conformado de este tipo de materiales vitrocerámicos de geometría plana son: el flotado, con el que se obtiene un panel vitrocerámico plano por las dos caras que se obtiene por colado continuo y flotado sobre un baño de metal (estaño generalmente); el estirado, que también genera una vitrocerámica plana que se pule al fuego; el laminado y, finalmente, el colado.
  
- Etapa de Acondicionamiento Térmico en el Horno de Recocido: la banda de vidrio fundido se transporta a través de rodillos a un equipo de acondicionamiento térmico, donde el vidrio se somete a un enfriamiento controlado para eliminar las tensiones internas que presenta el vidrio tras el laminado.
  
- Etapa de Corte y Apilamiento: se corta el panel de vidrio a las dimensiones según especificaciones requeridas, utilizando maquinaria que incorpora tecnología moderna para controlar los ejes con precisión. Tanto la maquinaria de corte y rotura como el dispositivo de apilamiento se controlan por un sistema electrónico de proceso. Las láminas apiladas en estanterías se revisan de forma periódica.
  
- Etapa de Procesado Mecánico: según los requerimientos del cliente o del mercado, las láminas de vidrio se pueden someter a gran variedad de formas finales, siempre y cuando no supere los 980 x 1400 mm<sup>2</sup>. Incluye tanto el conformado de los bordes como las perforaciones de la lámina. Se pueden hacer orificios para los quemadores de gas, para los enchufes, distintos diseños de biselado, etc.
  
- Etapa de Aplicación de la Serigrafía en Superficie: es la etapa de decoración por excelencia en el caso de vitrocerámicas de cocina. En esta etapa, se demarcan las zonas de cocción y también se pueden realizar diseños especiales requeridos por los clientes. De este modo, se revisten los círculos funcionales de la bandeja mediante una o varias capas de tinta serigráfica de carácter inorgánico.
  
- Etapa de Nucleación y Crecimiento Cristalino: se procede a una cocción de los soportes cortados, según el perfil térmico elegido, para provocar la desvitrificación del material vítreo de partida, convirtiéndolo en un material policristalino embebido en una matriz vítrea, llamado vitrocerámico, cuyo coeficiente de dilatación es muy bajo o

prácticamente nulo, según la composición de partida. Primeramente, se eleva progresivamente la temperatura hasta el dominio de nucleación, generalmente situado en la proximidad del dominio de transformación del vidrio y se mantiene esta temperatura unos minutos para dar tiempo a que se produzca la nucleación. A continuación, se produce un nuevo incremento progresivo de temperatura hasta la temperatura del palier de crecimiento cristalino, manteniendo unos minutos a dicha temperatura para que crezcan los cristales en el seno de la fase vítrea. Finalmente, el horno se enfría rápidamente hasta la temperatura ambiente (Ilustración 3).

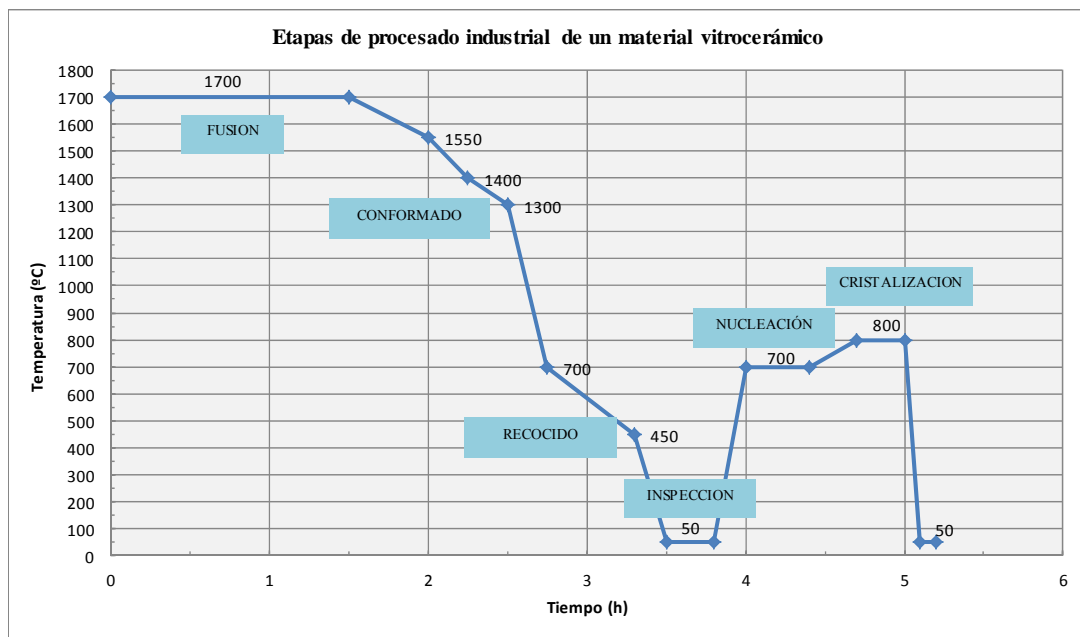


Ilustración 3. Etapas de procesamiento industrial de un material vitrocerámico [2].

## 4. NORMAS Y REFERENCIAS.

### 4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas.

#### Legislación sobre Seguridad Industrial

##### Legislación básica

- Legislación Nacional - Ley 21/1992 de 16 de julio  
<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1992-17363>
  
- Legislación Nacional - Ley 25/2009  
<http://www.boe.es/boe/dias/2009/12/23/pdfs/BOE-A-2009-20725.pdf>
  
- Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial  
<https://www.boe.es/boe/dias/1996/02/06/pdfs/A03929-03941.pdf>
  
- Real Decreto 411/1997, de 21 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y Seguridad Industrial  
<http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1997-9026>
  
- Real Decreto 338/2010, de 19 de marzo, por el que se modifica el Reglamento de la Infraestructura para la calidad y seguridad industrial, aprobado por el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre.  
<http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2010-5547>
  
- Modelo de Declaración Responsable en materia de Seguridad Industrial  
<http://www.minetur.gob.es/industria/es-es/paginas/modelodeclaracionresponsableseguridadindustrial.aspx>



- Real Decreto 559/2010, de 7 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento del Registro Integrado Industrial

[http://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2010-8189](http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2010-8189)

#### Legislación sobre almacenamiento de productos químicos

- Real Decreto 105/2010, de 5 de febrero, por el que se modifican determinados aspectos de la regulación de los almacenamientos de productos químicos y se aprueba la instrucción técnica complementaria MIE APQ-9 «almacenamiento de peróxidos orgánicos».

<http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/DetalleDisposicionNacional.aspx?Cod=4883>

#### Legislación sobre instalaciones de protección contra incendios

- Guía Técnica de Aplicación: Reglamento de Seguridad contra Incendios en los establecimientos industriales (real decreto 2267/2004, de 3 de diciembre).

<http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2004-21216>

#### Legislación de Prevención de Riesgos Laborales

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

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1995-24292>

- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de trabajo.

[https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-1997-17824](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-1997-17824)

#### Legislación sobre maquinaria

- DIRECTIVA 2006/42/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE.

<http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/Directiva.aspx?Directiva=2006/42/CE>

- REAL DECRETO 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

<http://www.boe.es/boe/dias/2008/10/11/pdfs/A40995-41030.pdf>

- Directiva 97/23/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de mayo de 1997 relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre equipos a presión.

<http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/Directiva.aspx?Directiva=97/23/CE>

## **Legislación medioambiental**

### Calidad del aire

- LEY 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.

<http://www.boe.es/boe/dias/2007/11/16/pdfs/A46962-46987.pdf>

- DIRECTIVA 2008/50/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 21 de mayo de 2008 relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa

<http://www.boe.es/boe/dias/2011/01/29/pdfs/BOE-A-2011-1645.pdf>

- DIRECTIVA 1999/30/CE DEL CONSEJO de 22 de abril de 1999 relativa a los valores límite de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, partículas y plomo en el aire ambiente.

[http://europa.eu/legislation\\_summaries/other/l28098\\_es.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/other/l28098_es.htm)

- Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.

<http://www.boe.es/boe/dias/2011/01/29/pdfs/BOE-A-2011-1645.pdf>

### Limitaciones de las emisiones de contaminantes

- Mejores Técnicas Disponibles de referencia europea para Incineración de Residuos Documento BREF.

[http://www.prtr-es.es/Data/images/MTD\\_Incineracion\\_residuos\\_ES.pdf](http://www.prtr-es.es/Data/images/MTD_Incineracion_residuos_ES.pdf)

- Legislación Medioambiental para la Industria. Emisiones atmosféricas. Impiva, 2002.

[http://www.ivace.es/impiva/index.php?option=com\\_content&task=view&id=390&Itemid=167](http://www.ivace.es/impiva/index.php?option=com_content&task=view&id=390&Itemid=167)

### Contaminación acústica

- REAL DECRETO 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

<http://www.boe.es/boe/dias/2007/10/23/pdfs/A42992-43045.pdf>

- El Sistema Básico de Información sobre la Contaminación Acústica (SICA), creado por el Real Decreto 1513/2005, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, del Ruido.

[http://sicaweb.cedex.es/docs/mapas/fase2/aglomeracion/CASTELLON/MEMORIA\\_CASTELLON.pdf](http://sicaweb.cedex.es/docs/mapas/fase2/aglomeracion/CASTELLON/MEMORIA_CASTELLON.pdf)

### **Ordenanzas Municipales**

- Plan General de Ordenación Urbana de Castellón

[https://www.castello.es/archivos/12/Plan2012/Textos/Memoria\\_y\\_Normativa/Memoria/Memoria\\_PG2000\\_Ratificacion\\_2009\\_2\\_tomos.pdf](https://www.castello.es/archivos/12/Plan2012/Textos/Memoria_y_Normativa/Memoria/Memoria_PG2000_Ratificacion_2009_2_tomos.pdf)

- Ordenanza Municipal de Protección contra la Contaminación Acústica, publicada en el B.O.P. de Castellón, núm. 146 de 7 de diciembre de 2010.

[http://www.castello.es/web30/pages/generico\\_web10.php?cod1=543&cod2=546&con=41556](http://www.castello.es/web30/pages/generico_web10.php?cod1=543&cod2=546&con=41556)

- Ordenanza Municipal reguladora de Vertidos Líquidos Residuales, publicada en el B.O.P. de Castellón, núm. 9 de 21 de enero de 1995.

[http://www.castello.es/web30/pages/generico\\_web10.php?cod1=543&cod2=546&con=38797](http://www.castello.es/web30/pages/generico_web10.php?cod1=543&cod2=546&con=38797)

- Ordenanza Municipal de carácter fiscal que regula la Tasa por Prestación de Servicios por Instrumentos Ambientales, publicada en el B.O.P. de Castellón, núm. 74 de 21 de junio de 2012.

[http://www.castello.es/web30/pages/generico\\_web10.php?cod1=543&cod2=549](http://www.castello.es/web30/pages/generico_web10.php?cod1=543&cod2=549)

## 4.2. Referencias.

- [1] F. Blanco, “Desvitrificación o cristalización del vidrio.” *Escuela de Minas. Universidad de Oviedo*. [Online]. Available: <http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Leccion8.Cristalizacion.Vitroceramicas.2010.2011.pdf>.
- [2] W. Holand and G. H. Beall, *Wiley: Glass Ceramic Technology, 2nd Edition - Wolfram Holand, George H. Beall*. 2012, p. 440.
- [3] J. M. Rincón, “Fonaments i aplicacions dels materials,” 1994.
- [4] Z. Strnad, *Glass-ceramic materials: liquid phase separation, nucleation, and crystallization in glasses*. 1986.
- [5] “FisicaNet - Biografía de Réaumur, René Antoine Ferchault de [Científicos e inventores].” [Online]. Available: <http://www.fisicanet.com.ar/biografias/cientificos/r/reumur.php>. [Accessed: 02-Sep-2014].
- [6] J. C. P. Arencibia and J. D. E. L. A. Nuez, “Estudio de los materiales vitroceramicos obtenidos a partir de la fusión de rocas volcánicas sálicas,” vol. 29, pp. 29–31, 1990.
- [7] “Eurostat statistics.” [Online]. Available: [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/prodcom/data/tables\\_excel](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/prodcom/data/tables_excel). [Accessed: 24-Apr-2014].
- [8] “EuroKera - Owned by Saint Gobain and Corning - quality glass manufacturers.” [Online]. Available: <http://www.eurokera.com/about/companies.html>. [Accessed: 30-May-2014].
- [9] Eurokera, “ES2410860 Placas vitroceramicas, su procedimiento de fabricación y encimeras de cocción equipadas con estas placas.” 2006.
- [10] J. M. F. Navarro, *El vidrio*. Editorial CSIC - CSIC Press, 2003, p. 720.
- [11] S. Kalpakjian and S. R. Schmid, “Capítulo 13. Rolado o laminado de metales,” in *Manufactura, ingeniería y tecnología*, Pearson Educación, 2002, p. 1152.
- [12] M. P. Groover, “Capítulo 14. Trabajo en vidrio.” in *Fundamentos de Manufactura Moderna. Materiales, procesos y sistemas*, Pearson Educación, 1997, p. 1062.
- [13] Hans Bach and D. Krause, *Low Thermal Expansion Glass Ceramics (Schott Series on Glass and Glass Ceramics) (Repost)*. 2005.

- [14] W. Trier, *Glassmelzofen : konstruktion und betriebsverhalten*. [S.l.]: Springer, 2012.
- [15] J. B. W. Jr., *Proceedings of the 51st Conference on Glass Problems: Ceramic Engineering and Science Proceedings, Volume 12, Issue 3/4*, vol. 12. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 1991.
- [16] “2008-JPH11100229 (A) - INFRARED RAY TRANSMITTING GLASS CERAMICS original.pdf.” .
- [17] “Espacenet Bibliographic data : JPH11100230 ( A ) — 1999-04-13,” vol. 11100230, p. 11100230, 2014.
- [18] Eurokera, “US 7,473,660 B2 - b-quartz and/or b-spodumena glass ceramic,” 2009.
- [19] The English Electric Company, “EP 0 156 479-Lithium alumino-silicate glass ceramic,” 1989.
- [20] Eurokera, “ES2334458 Vitroceramicas de b-cuarzo y/o b-espodumena, vidrios precursores, artículos realizados a partir de dichas vitrocerámicas, preparación de dichas vitrocerámicas y de dichos artículos.” 2006.
- [21] “Corte por chorro de agua – Bystronic.” [Online]. Available: <http://www.bystronic.com/es/tecnologia/corte-chorro-agua.php>. [Accessed: 01-Jul-2014].
- [22] P. Escribano López, J. B. Carda Castelló, and E. Cordoncillo Cordoncillo, *Esmaltes y pigmentos cerámicos*. Castellón: Faenza Editrice Iberica, 2001.
- [23] ASCER, “Fundamentos. Cerámica para la arquitectura,” 2010.
- [24] “Vidromecánica- Glass Machinery Technology : Annealing lehrs, Tempering, Coating, Decorating, Cullet.” [Online]. Available: <http://www.vidromecanica.com/es/roller-annealing-lehrs>. [Accessed: 06-Jun-2014].
- [25] A. Uriel, “Procedimiento de control de calidad para la manufactura de vidrio,” 2009. [Online]. Available: <http://materiau.blogspot.com.es/2009/05/caracteristicas-de-vidrio.html>. [Accessed: 06-Jun-2014].
- [26] “Sartorius AG | Báscula industrial Midrics: Conectar – Pesar – ¡Listo!. | logismarket.es.” [Online]. Available: <http://www.logismarket.es/sartorius/bascula-industrial/1131933155-1124094-nd.html>. [Accessed: 25-Jun-2014].
- [27] “AR Pirometria e Ingenieria - www.arpisa.com.mx.” [Online]. Available: <http://www.arpisa.com.mx/a.html>. [Accessed: 01-Jul-2014].

- [28] P. Pena, “Refractarios para zonas de contacto con el vidrio,” *Bol. Soc. Esp. Ceram. Vidr.*, vol. 28, pp. 89–96, 1989.
- [29] Eurokera, “2 271 203 - Método y aparato para producir hojas de vidrio laminadas únicas.” 2006.
- [30] Eurokera, “2 404 281- Materiales de vidrio y vitrocerámicos, artículos y procedimiento de preparación,” 2013.
- [31] W. Trinks, M. H. Mawhinney, R. A. Shannon, R. J. Reed, and J. R. Garcey, *Industrial Furnaces, Volume 1*. John Wiley & Sons, 2003, p. 473.
- [32] “Filtros Cerámicos de alta temperatura | Sistemas de control de la contaminación atmosférica | línea de productos | Fivemasa.” [Online]. Available: <http://www.fivemasa.com/linea-de-productos/sistemas-de-control-de-la-contaminacion-atmosferica/filtros-ceramicos-de-alta-temperatura/>. [Accessed: 26-Jun-2014].
- [33] “Pall Corporation: Filtration, Purification, Separation and Environmental Technologies.” [Online]. Available: <http://www.pall.com/main/home.page#>. [Accessed: 26-Jun-2014].
- [34] “Corte automático de vidrio | JCM.” [Online]. Available: <http://jcm.es/productos/corte-automatico-de-vidrio/>. [Accessed: 02-Jul-2014].
- [35] Bachiller, “Equipos de proceso. Procesado de sólidos. Mezcladores de sólidos.” [Online]. Available: [http://www.bachiller.com/productos/equipos\\_de\\_proceso/procesado\\_de\\_solidos/mezcladores\\_de\\_solidos/mezclador\\_biconico.html](http://www.bachiller.com/productos/equipos_de_proceso/procesado_de_solidos/mezcladores_de_solidos/mezclador_biconico.html). [Accessed: 27-Jun-2014].
- [36] AVEN, “Guía de ahorro energético en el sector de baldosas cerámicas de la comunidad valenciana.”

### **4.3. Programas de cálculo.**

Los programas de cálculo utilizados son:

- Programa de cálculo de Microsoft Office: Excel
- Programa de cálculo de estructuras CYPE Ingenieros

#### **4.4. Plan de gestión de la calidad aplicado durante la redacción del Proyecto.**

Las actividades más relevantes que se han realizado durante la redacción del proyecto han sido las siguientes:

- Búsqueda bibliográfica del estado del arte de la técnica con la lectura de numerosos artículos y libros escritos por los científicos más importantes del momento en este campo.
- Contacto con empresas relacionadas con el campo de la vitrocerámica.
- Entrevistas con científicos y técnicos directamente relacionados con el sector industrial.
- Estudio de mercado nacional y comunitario.
- Se inicia la redacción del proyecto.
- Borrador del diseño de la línea para una planta piloto.
- Búsqueda de la maquinaria existente en el mercado para una planta piloto.
- Rediseño de la línea productiva, utilizando resultados experimentales de laboratorio o planta piloto.
- Estudio de la viabilidad técnica y económica del proyecto.
- Estudio de la política medioambiental comunitaria.
- Estudio de la seguridad industrial para lo referente a seguridad e higiene en el trabajo.
- Finalización de la redacción del proyecto.

El plan de gestión de calidad aplicado durante la ejecución de todas estas actividades ha consistido principalmente en realizar un seguimiento de cada una de ellas, tanto por parte de la autora como por parte de los directores de dicho TFG. Para ello, se han realizado numerosas reuniones durante todo el período, con las consiguientes anotaciones, que han dado lugar a modificaciones y cambios necesarios para la optimización del tiempo y de la calidad del proyecto en sí. Además, también se han realizado visitas y entrevistas a algunos empresarios relacionados con la temática del proyecto. Hay que destacar que todos y cada uno de los documentos que componen el TFG han sido redactados según la norma española UNE 157001 de febrero de 2002, que define los criterios generales para la elaboración de proyectos.



## **5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.**

### **5.1. Definiciones.**

ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO: proceso térmico consistente en el enfriamiento controlado de las láminas de vidrio, desde un estado plástico a un estado rígido, con la suficiente lentitud para que su estructura se relaje lo más uniformemente posible y adquiera en todos sus puntos el mismo volumen específico. Si el enfriamiento no se desarrolla adecuadamente, se producen en el seno del vidrio tensiones mecánicas que lo hacen inservible para casi todas las aplicaciones, ya que altera tanto la homogeneidad física y, con ello, muchas propiedades, sino que además, constituyen un grave riesgo de rotura. Este proceso también se denomina “Annealing” y se lleva a cabo en un horno que se conoce como “Annealing lehrs” (Ver “Recocido”).

AFINADO: etapa del procesado del vidrio consistente en la homogeneización de la masa vítrea fundida y la eliminación de parte de los gases disueltos y de las burbujas ocluidas en la masa fundida. La eliminación de las burbujas formadas en el vidrio que no disponen de suficiente tiempo para ser eliminadas (de menor tamaño o situadas a mayor profundidad) se puede realizar mediante procedimientos químicos y/o físicos. En cuanto a los químicos, los agentes químicos de afinado más conocidos son el sulfato sódico (funde a 844°C y desprende anhídridos de azufre por diferentes mecanismos), los óxidos de arsénico y de antimonio (destaca su intenso desprendimiento de oxígeno) y el CeO<sub>2</sub>, (buen afinante a alta temperatura (1300°C-1400°C). En cuanto a los procedimientos físicos, destaca el llamado “empujón térmico de Zschimmer”, consistente en provocar un brusco calentamiento del vidrio, que produce una fuerte desgasificación del mismo, gracias a que el aumento de la temperatura decrece la solubilidad de todos los gases, excepto la del vapor de agua y, además, la disminución drástica de viscosidad ocasionada, acelera el movimiento ascensional de las burbujas.

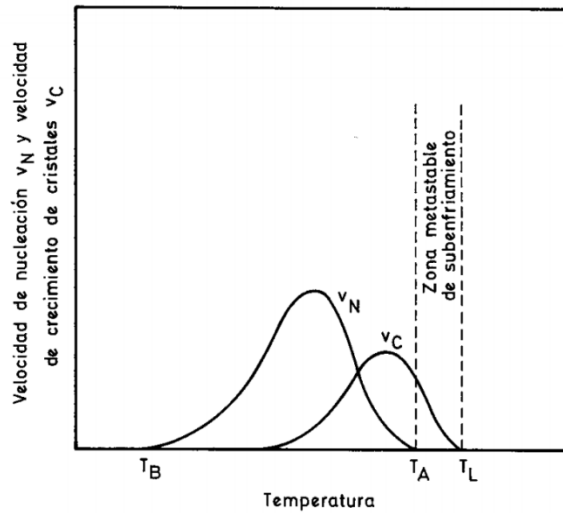
CORTE POR CHORRO AGUA-AIRE-ARENA A PRESIÓN: este tipo de corte con abrasivo consiste en un proceso de mecanizado por arranque de viruta, gracias a las bombas mecánicas de alta presión que consiguen presiones de agua superiores a los 5000 bar. Su velocidad puede alcanzar varias veces la velocidad del sonido. El abrasivo

(arena de granate) actúa como herramienta de corte, mientras que el aire y el agua aceleran dichas partículas abrasivas. El resultado se puede comparar con un micromecanizado [21].

**CORTE POR LÁSER:** proceso sin contacto que utiliza un láser para cortar materiales, lo que resulta en cortes dimensionalmente precisos y de gran calidad. El proceso funciona dirigiendo un rayo láser a través de una boquilla hacia la pieza de trabajo. Una combinación de calor y presión crea la acción de corte. El material se funde, arde, se vaporiza o se lo remueve mediante un chorro de gas, dejando un borde con un acabado de superficie de gran calidad.

**CORTE POR PLASMA:** método basado en la acción térmica y mecánica de un chorro de gas calentado por un arco eléctrico de corriente continua establecido entre un electrodo ubicado en la antorcha y la pieza a mecanizar. El chorro de plasma lanzado contra la pieza penetra la totalidad del espesor a cortar, fundiendo y expulsando el material.

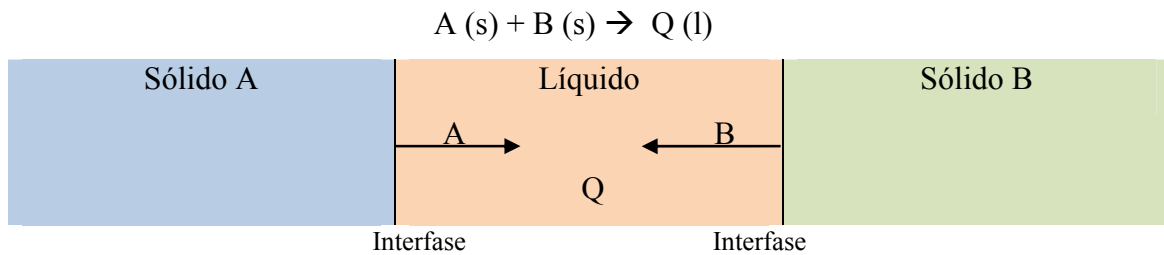
**CRISTALIZACIÓN:** proceso por el cual se genera el ordenamiento de la red de los cristales a partir de una estructura desordenada (vítrea), como puede ser la correspondiente a la de los líquidos. Este fenómeno se produce cuando tiene lugar una disminución de la energía del sistema, es decir, en el caso de que un fundido se enfríe por debajo de la temperatura de líquidos. Este fenómeno también se conoce como **DESVITRIFICACIÓN**, puesto que se opone a la propia naturaleza del vidrio. Dicho proceso viene regido por dos etapas que ocurren paralelamente con un desfase en su variación con la temperatura, a saber, la nucleación y el crecimiento cristalino. En la Ilustración 4 se observan el solapamiento de las velocidades de dichas etapas de nucleación y cristalización.



**Ilustración 4.** Variación de la velocidad de nucleación y de crecimiento de cristales en función de la temperatura del fundido[1].

**FUSIÓN:** proceso térmico mediante el cual un sólido cristalino alcanza una temperatura tal que incrementa la energía de las vibraciones entre sus átomos, moléculas o iones, lo que provoca la alteración del orden de la estructura cristalina, de forma que los átomos, moléculas o iones se deslizan unos sobre otros. Así, el sólido pierde su forma definida y se convierte en un líquido y la temperatura a la que ocurre es la temperatura de fusión. Durante el proceso de fusión, si la mezcla sólido-líquido está en equilibrio, la temperatura permanece constante mientras el sólido funde. Sólo cuando el sólido ha fundido, la temperatura empieza a subir. La temperatura de fusión es una propiedad característica de cada sólido.

En el caso de la fusión de dos reactantes A (s) y B (s), la fusión da lugar a un producto Q (l) líquido (vidrio fundido). Así, la fusión es un tipo de transformación que se desarrolla a partir de una fase sólida que se convierte en un líquido (Ilustración 5).



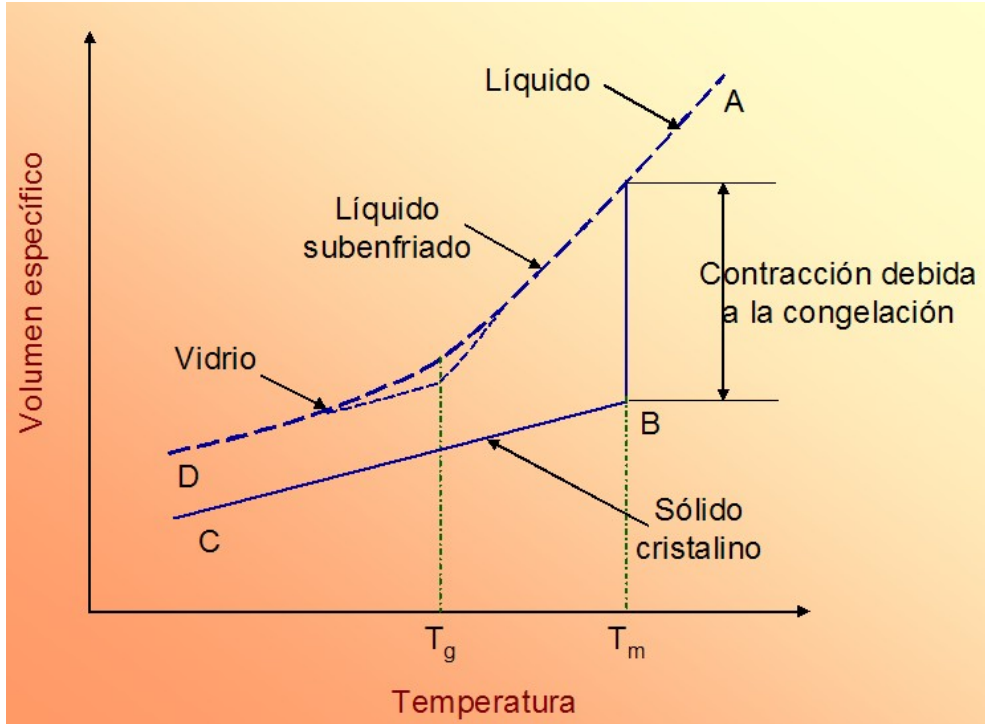
**Ilustración 5.** Fusión de las materias primas para dar un vidrio.

**KNOW HOW:** Saber cómo o saber hacer. Consiste en las capacidades y las habilidades que un individuo o una organización poseen para la realización de una tarea o proceso específico. Este término está directamente relacionado con la innovación tecnológica, puesto que el “Know How” permite desarrollar la tecnología en primer lugar y dominar el procedimiento correspondiente a un proceso industrial, por ejemplo. Por tanto, está ligado a la innovación y a la creatividad para garantizar un proceso novedoso.

**LAMINADO:** procedimiento de conformado del vidrio fundido consistente en hacer pasar el fundido a través de dos rodillos, de manera que se obtienen hojas planas de vidrio, sobre una bandeja móvil que va desplazándolas hacia la etapa siguiente.

**MATERIAL CERÁMICO:** materiales inorgánicos y no metálicos. Se trata de compuestos formados por elementos metálicos y no metálicos, cuyos enlaces interatómicos pueden ser de carácter totalmente iónico o bien de carácter predominantemente iónico con algo de carácter covalente. El término cerámico proviene de la palabra griega “keramikos” que significa “cosa quemada”, indicando de esta manera que las propiedades deseables de estos materiales se alcanzan después de un tratamiento térmico a alta temperatura denominado cocción.

**MATERIAL VITREO:** producto inorgánico amorfo, constituido principalmente por sílice, duro, frágil y transparente, de elevada resistencia química y deformable a alta temperatura [22]. En la Ilustración 6 se compara la variación del volumen específico de un vidrio y de un sólido cristalino. El vidrio pasa de un modo reversible de su forma fundida en estado líquido al estado rígido o congelado si la aparición de ninguna fase nueva del sistema. El paso de una forma a otra transcurre sin variar el número de grados de libertad del sistema, a diferencia de la transición líquido-sólido caracterizada por la aparición de una nueva fase y la disminución consiguiente de uno de sus grados de libertad. La temperatura  $T_g$  es la temperatura de transición vítrea del vidrio, mientras que  $T_m$  es la temperatura de fusión de un sólido cristalino.



**Ilustración 6. Variación del volumen específico con la temperatura.**

**MATERIAL VITROCERÁMICO:** material cristalino obtenido a partir de un vidrio precursor, a través de tratamientos térmicos específicos, dependientes de la composición del vidrio precursor, en el cual se ha producido la desvitrificación de dicho vidrio, dando lugar a una estructura cristalina que confiere al material propiedades mecánicas y estéticas muy superiores a las del vidrio de partida.

**NUCLEACIÓN:** es la etapa caracterizada por la formación de los gérmenes cristalinos estables de la nueva fase en equilibrio con el fundido y, dependiendo del origen de los núcleos, la nucleación puede ser homogénea o heterogénea.

**NUCLEACIÓN HETEROGÉNEA:** se considera la etapa en que los núcleos se forman sobre partículas ya existentes de composición ajena a la del fundido (impurezas, interfases). Desde el punto de vista tecnológico, la mayor parte de la nucleación se produce de forma heterogénea en defectos tales como dislocaciones, interfases, poros, límites de grano, y en especial en las superficies libres. Cuando en la fase fundida existen partículas extrañas a la fase nucleante, el trabajo de formación de núcleos

experimenta una modificación apreciable. Dichos lugares presentan ventajas para la nucleación por tres razones:

- Son regiones de alta energía libre, y el exceso de energía está disponible para el sistema durante el proceso de nucleación.

- La preexistencia de superficies debidas a la presencia de impurezas, burbujas, o a las paredes del recinto en que se halle contenido el fundido, favorece la disminución del valor de la variación de energía libre con respecto al de un proceso de nucleación homogénea.

- La presencia de poros o superficies libres reducirá cualquier contribución de energía de deformación que pueda suprimir los procesos de nucleación o crecimiento.

**NUCLEACIÓN HOMOGÉNEA:** los núcleos formados poseen la misma composición química que la fase cristalina y se originan a partir de los propios constituyentes del fundido. La formación de gérmenes (núcleos) en un fundido por debajo de su temperatura de liquidus requiere que se produzca una acumulación local de componentes y que se agrupen de acuerdo con el principio de ordenación correspondiente a un determinado agrupamiento cristalino. Estas condiciones pueden darse si, por efecto de fluctuaciones de composición y de temperatura coinciden, en un momento dado y en un cierto elemento de volumen, el suficiente número de moléculas.

**PULIDO EN CALIENTE:** método de afinamiento superficial de un material vítreo, mediante su exposición a una llama que provoca la fusión de la cara más externa de la superficie del material, de modo que la tensión superficial permite el alisamiento de su superficie.

**RECOCIDO:** proceso de enfriamiento controlado del vidrio que permite reducir sus tensiones por debajo del límite máximo tolerable. Las condiciones óptimas de esta operación se consiguen dividiendo el ciclo en tres etapas:

a) una primera etapa de estabilización térmica, en la cual el vidrio se mantiene a una temperatura constante próxima a la del punto superior de recocido durante el tiempo suficiente para relajar sus tensiones;

b) una etapa crítica de enfriamiento lento hasta una temperatura ligeramente por debajo del punto inferior de recocido, a lo largo de la cual la disipación térmica debe transcurrir de manera muy uniforme para evitar la creación de nuevas tensiones;

c) una última etapa de enfriamiento relativamente rápido hasta la temperatura ambiente. Cada tipo de piezas requiere un ciclo de recocido determinado, cuya duración y condiciones térmicas dependen de las características composicionales del vidrio y de su forma y espesor.

**SERIGRAFÍA:** método utilizado para decorar cerámica o vidrio consistente en una pantalla plana o curva perforada según un dibujo, de modo que una espátula (pantalla plana) o un cilindro (pantalla curva) presionan la tinta serigráfica, que atraviesa los orificios de la pantalla y se deposita sobre la pieza, para su posterior cocción [23].

**TEMPERATURA DE LIQUIDUS O DE FUSIÓN:** es la temperatura a la que la fase cristalina coexiste en equilibrio con la fase fundida.

**TENSIÓN SUPERFICIAL:** se define como el aumento de energía  $\Delta W$  (trabajo) necesaria para la creación de una nueva superficie unitaria  $S$ , es decir,  $\sigma = \Delta W/S$  (N/m). Esta energía superficial específica afecta a las moléculas situadas en la superficie de un líquido, las cuales están sometidas a las fuerzas de cohesión de las moléculas que las rodean parcialmente. La resultante de tales fuerzas está dirigida hacia el interior del líquido perpendicularmente a su superficie. Como consecuencia, la disminución de la superficie de un líquido conlleva un trabajo de las fuerzas de cohesión y, contrariamente, el aumento de esta superficie requiere una aportación de energía exterior. Esta distribución dinámica en los líquidos determina que su superficie se comporte como una membrana tensa y que, debido al efecto de su tensión, el volumen de líquido tienda a distribuirse en la menor extensión superficial posible. Por eso, las

pequeñas porciones libres de líquido adoptan la forma de gotas esféricas, puesto que, para un volumen dado, la esfera es la forma geométrica de menor superficie. Los vidrios ordinarios presentan en estado fundido una tensión superficial comprendida entre 0.2 y 0.4 N/m, que es considerablemente elevada en comparación con la de la mayoría de los líquidos, aunque más baja que la de los metales fundido.

**VISCOSIDAD DE UN FLUIDO:** es el rozamiento interno o resistencia al deslizamiento que existe entre sus moléculas. En el caso de los líquidos o de gases ideales la movilidad de sus moléculas se supone absoluta, es decir, no se engendran fuerzas tangenciales en su movimiento y su viscosidad es nula. Sin embargo, los líquidos reales se alejan todos más o menos de este estado ideal y únicamente alcanzan dicha condición cuando se hallan en reposo. Cuando se ponen en movimiento, cada fluido presentará mayor o menor resistencia a la fluidez o viscosidad, de forma que la viscosidad es una magnitud característica de cada fluido, directamente dependiente de la temperatura del mismo. Dada la gran importancia práctica que tiene el conocimiento de la viscosidad en el estudio de los vidrios, se han realizado numerosos intentos para establecer distintos puntos de viscosidad definida, cuya determinación pueda efectuarse de un modo rápido y sencillo. Los puntos más característicos de viscosidad se definen en la Tabla 3 y se representan en la Ilustración 7.



Tabla 3. Puntos fijos de viscosidad [7].

Puntos fijos de viscosidad	Descripción	Viscosidad (dPa.s)
Punto inferior de recocido ("Strain Point")	Temperatura a la que el vidrio necesita 16 h de enfriamiento para relajar tensiones	$10^{14.5}$
Punto superior de recocido ("Annealing Point")	Temperatura a la que el vidrio necesita 15 min de enfriamiento para relajar tensiones	$10^{13.0}$
Punto de transformación	Temperatura correspondiente al punto de intersección de los dos tramos rectilíneos de la curva de dilatación térmica (Ilustración 6)	$10^{13.3}$
Punto de reblandecimiento dilatométrico (Littleton)	Punto máximo de la curva de dilatación térmica, correspondiente al momento en que la dilatación queda compensada por la contracción que experimenta la probeta por efecto de la presión mecánica ejercida por el sistema palpador del propio dilatómetro.	$10^{11} - 10^{12}$
Punto de reblandecimiento (Littleton)	Temperatura a la cual un hilo de vidrio de 230 mm de longitud y de 0.55 a 0.75 mm de diámetro experimenta un alargamiento de 1 mm por minuto, cuando se calienta suspendido libremente dentro de un horno de características específicas.	$10^{7.65}$
Punto de inmersión o punto de conformación	Temperatura a la cual un hilo de 80% de platino y 20% de rodio, de 0.5 mm de diámetro y 0.902 g de peso, invierte 1 minuto en penetrar a una profundidad de 2.00 cm en el vidrio fundido.	$10^4$

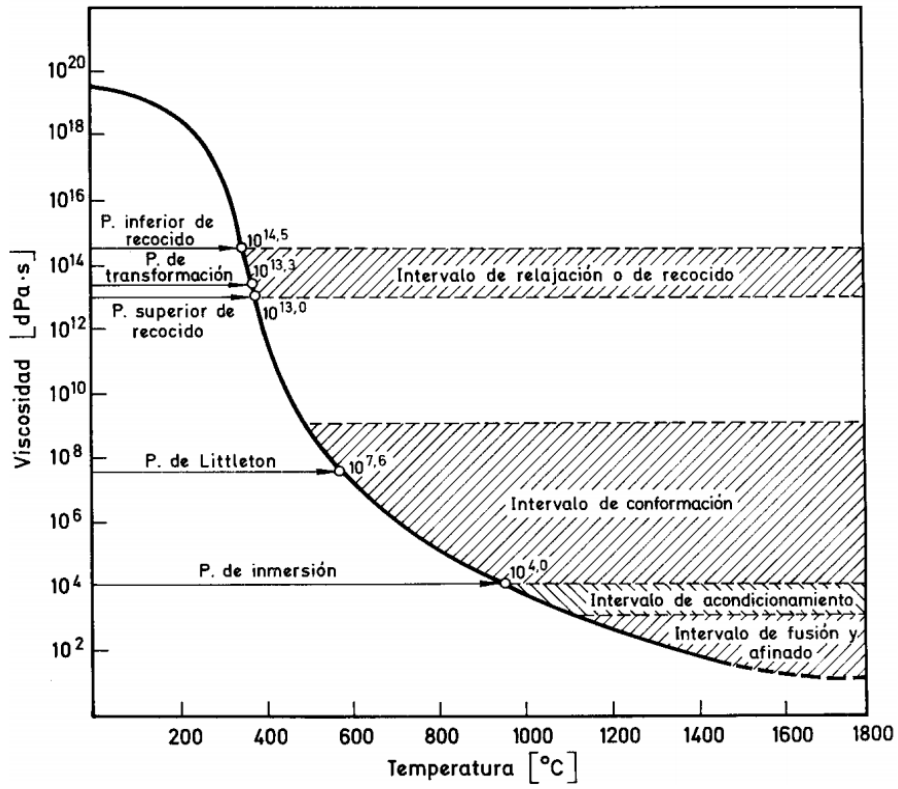


Ilustración 7. Curva característica de viscosidad-temperatura con indicación de los principales puntos fijos e intervalos de viscosidad [10].

## 6. REQUISITOS DE DISEÑO.

La planta a escala piloto que se diseña en este proyecto debe cumplir con los requisitos siguientes [24], [25]:

### 6.1. Materias primas.

Las materias primas, sobre todo las naturales y las procedentes de residuos, deben presentar las características siguientes:

- Ser lo más homogéneas posible.
- Presentar una garantía de suministro suficiente para justificar el montaje de la planta.
- Ser suficientemente fundentes.
- Cristalizar en las fases requeridas en el producto final
- Estar exentas de humedad para incrementar la eficiencia del horno de fusión
- Presentar una distribución de tamaño de partícula inferior a 1 cm
- Presentar una composición y distribución de tamaño de partícula constante
- Cotizarse a precios asequibles para el funcionamiento de la planta

Para el caso del sistema  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ , los residuos más adecuados son aquellos que contienen cantidades elevadas de  $\text{SiO}_2$  y  $\text{Al}_2\text{O}_3$  con suficiente cantidad de  $\text{CaO}$ , como la ceniza procedente de centrales térmicas. A los residuos pobres en  $\text{SiO}_2$  y  $\text{Al}_2\text{O}_3$  habrá que añadirles calcín o casco de vidrio reciclado.

Los aditivos necesarios para diseñar la composición deben ser económicos, preferiblemente residuos o subproductos de otros procesos industriales.

La mezcla de materias primas debe estar convenientemente homogeneizada a nivel composicional.

## **6.2. Dosificación de las materias primas.**

La dosificación de las materias primas debe garantizar la correcta pesada de la composición.

La operación de dosificación debe ser sencilla y estar convenientemente soportada por maquinaria adecuada para facilitar la operación y evitar accidentes laborales [26].

### **6.3. Fusión de la composición.**

El horno de fusión debe alcanzar los 1700°C para poder trabajar con composiciones de todo tipo. Las composiciones ricas en materias primas naturales necesitan, por lo general, mayor temperatura de fusión, mientras que las composiciones que contienen residuos, suelen reducir esta temperatura gracias a que muchos de los residuos suelen ser de carácter vítreo, sin ordenación cristalina que romper.

El horno debe presentar controladores de temperatura adecuados que permitan su control térmico y eviten cortocircuitos o subidas de temperatura incontroladas, que podrían causar incendios de gran magnitud.

Se debe instalar un dispositivo de depuración de gases emitidos por el horno, para evitar la contaminación ambiental.

El horno debe estar en una zona protegida para evitar accidentes laborales.

El horno debe presentar una producción nominal de 500 kg/día.

El horno debe estar situado en un nivel superior a la estación de conformado, para poder verter la masa fundida por acción de la gravedad.

### **6.4. Afinado.**

Esta operación se debe garantizar al menos con la introducción en la composición de los aditivos adecuados para ello (agentes afinantes químicos). En cuanto al afinado físico, este consiste en el incremento de la temperatura para eliminar la mayor parte de burbujas posible. Sin embargo, a nivel industrial no es muy utilizado, debido a que supone una modificación del ciclo de fusión poco apropiada a nivel energético y productivo. Por este motivo, al ser una planta piloto queda abierta la posibilidad de aplicarlo al final de la fusión, en función de cada tipo de composición, del producto final a fabricar y de la maniobrabilidad del propio horno de fusión.

Al tratarse de una planta piloto, el afinado se realizará durante la etapa final de fusión dentro del propio vaso metálico del horno.

### **6.5. Reposo y acondicionamiento térmico.**

El vidrio fundido debe presentar una condición plástica adecuada para seguir con el proceso de conformado, lo que está directamente relacionado con la velocidad de enfriamiento de la masa fundida.

Se llevará a cabo durante la etapa final del ciclo de fusión y la etapa de vaciado del horno.

La medida de la temperatura de la masa fundida, directamente relacionada con la viscosidad se comprobará introduciendo termopares adecuados en la masa fundida [4], [27].

### **6.6. Conformado del vidrio.**

El conformado del vidrio debe garantizar la planaridad de los paneles vítreos requeridos.

Se deben fabricar soportes vitrocerámicos de anchura comprendida en el intervalo de 10-80 cm y un espesor comprendido entre 3-20 mm.

La superficie de la cara superior de los soportes debe ser perfectamente plana y estar exenta de rugosidades.

La velocidad de conformado debe ser suficiente para evitar la desvitrificación de la masa vítrea.

Todo el material de la estación de conformado debe tener suficiente resistencia térmica hasta unos 1700°C, para soportar las tensiones térmicas del proceso ocasionadas sobre los rodillos y para evitar problemas de adherencia de la masa fundida [28].

### **6.7. Acondicionamiento térmico del vidrio (recocido).**

El equipo de acondicionamiento térmico debe ser capaz de enfriar las láminas vítreas de forma lenta y controlada, mediante la combinación de resistencias eléctricas y un sistema de impulsión de aire frío del exterior y expulsión de aire caliente procedente de la operación de transferencia de calor.

El equipo debe presentar resistencias eléctricas para compensar la bajada de temperatura y debe operar a una temperatura mínima de 800°C, para garantizar el enfriamiento controlado desde 700°C.

El equipo de acondicionamiento térmico debe ser de rodillos, sobre los que se colocará la bandeja refractaria procedente de la estación de conformado que evite deformaciones en las piezas. El material de esta bandeja puede ser de níquel, aceros inoxidables, grafito y cerámica [29].

La velocidad del equipo de acondicionamiento térmico debe estar acorde con la velocidad de conformado, para evitar desvitricaciones antes de hora.

### **6.8. Pulido superficial.**

En el último tramo del equipo de acondicionamiento térmico (recocido), se incorporará un módulo de 3 quemadores superficiales en el techo para que se realice el pulido de los soportes por la cara superior. Así, la zona más externa de la capa superficial fundirá, quedando exenta de rugosidad.

### **6.9. Control de dimensionamiento.**

Esta etapa se llevará a cabo mediante una cortadora adecuada de tipo automático, capaz de controlar las dimensiones de las piezas requeridas.

### **6.10. Desvitrificación del vidrio.**

El horno requerido para producir la nucleación y el crecimiento cristalino debe alcanzar una temperatura máxima de 1300°C para abarcar todo tipo de productos.

El horno debe presentar controles de temperatura adecuados para evitar accidentes eléctricos.

El horno debe ser de rodillos, sobre los que se colocarán soportes refractarios para evitar deformaciones en las piezas.

### **6.11. Características del producto acabado.**

Los materiales vitrocerámicos obtenidos deben presentar características técnicas y comerciales al menos suficientes para competir en calidad y precio con los materiales ya existentes.



## 7. ANÁLISIS DE SOLUCIONES.

### 7.1. Materias primas.

La elección de las materias primas que se requieren para fabricar paneles vitrocerámicos dependerá fundamentalmente de los siguientes parámetros:

- Pureza
- Disponibilidad en el mercado
- Facilidad de fusión
- Fases cristalinas requeridas en el producto final
- Coloración del producto final
- Contenido en humedad
- Distribución de tamaño de partícula
- Baja variabilidad entre partidas
- Precio

Además, en este proyecto se pretende revalorizar e inertizar residuos industriales, como pueden ser el vidrio reciclado de todo tipo y las escorias y cenizas de una central térmica. En consecuencia, primará el porcentaje de material residual incorporado en la composición y también su coste.

En general, las materias primas y los aditivos más característicos disponibles en el mercado son las siguientes, según Tabla 4 y Tabla 5:

**Tabla 4. Materias primas disponibles en el mercado.**

	MATERIAS PRIMAS	€/kg
MANUFACTURADAS	Cuarzo	0.05-0.07
	Alúmina hidratada	0.4-0.5
	Carbonato de litio	5-6
	Magnesita calcinada	1.7-2.0
	Óxido de zinc	1.5-1.7
	Carbonato de bario	0.3-0.4
	Oxido de titanio	1.9-2.1
	Silicato de zirconio	1.7
	Carbonato de sodio	0.20-0.25
NATURALES	Arcillas	0.03-0.09
	Feldespatos	0.03-0.06
	Nefelinas	0.3-0.4
	Arenas	0.02
	Espodumeno	0.3-0.4
	Arcillas carbonatadas	0.01
RECICLADAS	Vidrio reciclado	0.06-0.15
	Cenizas	-
	Escorias	-
	Calcín interno	-

**Tabla 5. Algunos aditivos disponibles en el mercado.**

	ADITIVOS	€/kg
MANUFACTURADAS	Sulfato sódico	0.15
	Óxido de arsénico	Variable
	Óxido de antimonio	Variable
	Óxido de cerio	30-45
	Óxido de estaño	17-20
	Pentóxido de divanadio	11-20

El contenido relativo de cada uno de los óxidos constituyentes es relativamente crítico [30]. Así, cada uno de ellos presenta un intervalo óptimo para facilitar la fabricación de material vitrocerámico:

-  $\text{Al}_2\text{O}_3$ : Un aumento de este óxido es favorable para una mejora de las propiedades mecánicas, si bien en exceso, produce una expansión térmica del material vitrocerámico inaceptable.

-  $\text{Li}_2\text{O}$ : se incorpora en un porcentaje pequeño para obtener una baja expansión térmica, nunca sobrepasando el 5%, puesto que en este punto la cristalización se convierte en difícil de controlar.

-  $\text{MgO}$ : por encima del 1% la expansión térmica no es aceptable.

-  $\text{ZnO}$ : permite junto al  $\text{Li}_2\text{O}$ , que se ajuste el coeficiente de expansión térmica de la vitrocerámica. Se debe incorporar al menos el 1%. Por el contrario, si se excede de 3%, se tiene el riesgo de cristalizar otras fases cristalinas, tales como aluminatos de magnesio que presentan una expansión térmica elevada, justo lo contrario que se pretende en un material vitrocerámico.

-  $\text{BaO}$ : es un elemento opcional que permite ajustar la viscosidad del precursor vítreo y no llega a cristalizar, por lo que permanece en la fase amorfa de la vitrocerámica. Cuando se incorpora más de un 2% de  $\text{BaO}$ , es difícil mantener una expansión térmica baja.

-  $\text{TiO}_2$  y  $\text{ZrO}_2$ : se incorporan como agentes de nucleación. Si se introducen en la composición en una cantidad mínima, el precursor vítreo no cristaliza, mientras que cuando su porcentaje es demasiado elevado, es difícil controlar la desvitrificación después de enfriar.

-  $\text{Na}_2\text{O}$  y  $\text{K}_2\text{O}$ : evitan problemas de resistencia mecánica y de grietas superficiales. También permanecen como el  $\text{BaO}$  en la fase amorfa de la vitrocerámica. Si se introducen en una proporción demasiado elevada, provocan un efecto perjudicial sobre la expansión térmica.

- Sulfato sódico: agente afinante de baja temperatura (funde a 844°C) que desprende anhídridos de azufre por diferentes mecanismos favoreciendo el proceso de afinado.

- CeO<sub>2</sub>: se usa como agente afinante a alta temperatura

- Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y As<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: se utilizan como agentes químicos de afinado por su intenso desprendimiento de oxígeno.

- SnO<sub>2</sub>: combinado con CeO<sub>2</sub> puede actuar como agente de afinado [18].

- V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: se utiliza como agente colorante de la masa fundida. Ofrece tonalidades oscuras.

## **7.2. Etapa de fusión.**

La etapa de fusión consiste en la aplicación de suficiente energía calorífica a un material hasta alcanzar su temperatura “liquidus” para que se forme fase líquida. También se conoce con el nombre de vitrificación.

En esta etapa se debe elegir el tipo de horno de fusión requerido según el enfoque de la planta piloto. Así, los hornos industriales se pueden clasificar según el tipo de proceso (intermitentes o continuos) y su forma de calentamiento (eléctricos o de combustión).

En cuanto al tipo de proceso, en este caso, dado que se trata de una planta piloto, caracterizada por presentar una producción baja, conviene en mayor medida un horno discontinuo, porque supone una menor inversión y mayor flexibilidad de ciclos y productos.

Por otra parte, en lo que se refiere a la forma de calentamiento, los hornos eléctricos pueden ser de arco voltaico, de inducción electromagnética, de conducción eléctrica o de resistencias eléctricas.

Por el contrario, los hornos de combustión se pueden clasificar según el tipo de combustible que utilizan, si es sólido, líquido o gaseoso. Además, en función de la disposición del material respecto a los productos de combustión, los hornos pueden ser muflados o de llama libre.

Los tipos de horno más comunes para fundir materias primas precursoras de material vitrocerámico son los siguientes [31]:

- Horno de obra civil construido con refractarios que resistan térmicamente a 1700°C y calentado por quemadores.

- Horno metálico revestido de refractarios que resistan térmicamente a 1700°C y calentado por quemadores.

- Horno metálico revestido de refractarios que resistan térmicamente a 1700°C y que funcione por arco eléctrico.

La elección del horno óptimo para la fusión de las materias primas en la planta piloto para desarrollo de soportes vitrocerámicos se ha realizado mediante el método de las jerarquías analíticas, teniendo en cuenta el coste, la temperatura máxima y el tipo de energía térmica requerida. Así, se ha dado prioridad a la temperatura máxima del horno por ser requisito necesario para llevar a cabo la correcta fusión de las materias primas, seguida del tipo de energía térmica. En este caso, se ha dado preferencia a la energía eléctrica porque las políticas medioambientales siguen la tendencia de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Se encuentra en el Documento II. ANEXOS.

En cuanto al sistema de depuración del horno de fusión, las posibilidades de los sistemas a estudiar son las siguientes:

- Filtro de mangas ( $T_{\text{máx. de trabajo}} = 300^{\circ}\text{C}$ )
- Precipitadores electrostáticos ( $T_{\text{máx. de trabajo}} = 700^{\circ}\text{C}$ )
- Filtros cerámicos de alta temperatura ( $T_{\text{máx. de trabajo}} = 900^{\circ}\text{C}$ )
- Lavadores de torres de pulverización
- Lavadores de efecto Venturi
- Torres de platos

En este proyecto, nos vamos a centrar en la utilización del sistema de depuración vía seca, para evitar la generación de una corriente de aguas residuales. En consecuencia, quedan descartados automáticamente los sistemas que requieren agua para su funcionamiento como son los lavadores de torres de pulverización, de efecto Venturi y las torres de platos.

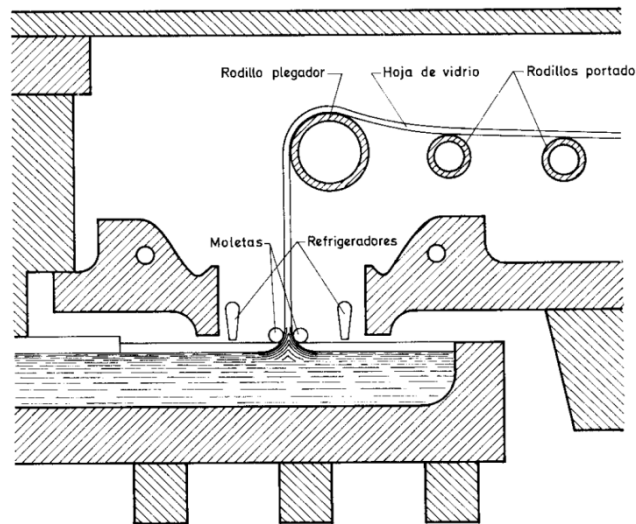
Los gases a la salida del horno pueden presentar una temperatura máxima de  $1700^{\circ}\text{C}$ , por lo que habrá que enfriar previamente el caudal gaseoso. Para ello, dado el dimensionado tipo planta piloto y siguiendo la tendencia básica ingenieril de simplificar el diseño, se decide reducir la temperatura de los gases mediante una vena de aire frío que diluya el poder calorífico de los gases procedentes del horno de fusión. De esta forma, diluyendo suficiente caudal de aire frío se puede acondicionar la temperatura de los gases calientes para que pueda usarse cualquier equipo de depuración.

El equipo de depuración elegido es el filtro cerámico, por ser el sistema que opera a mayor temperatura y, por tanto, menor caudal de dilución necesita [32], [33]. Además, es el equipo que puede operar hasta los  $900^{\circ}\text{C}$ , presenta mejor resistencia a la corrosión y al ataque ácido y total resistencia a chispas y partículas incandescentes.

### **7.3. Conformado.**

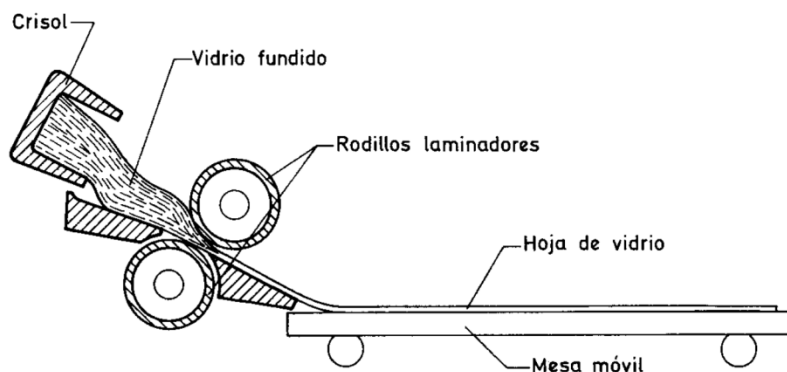
Para la fabricación de vidrio plano, existen diversos procedimientos de fabricación, entre los que destaca el estirado mecánico, el laminado (continuo y discontinuo) y el flotado.

El estirado mecánico consiste en la extracción vertical hacia arriba de una hoja a partir de la superficie libre del vidrio fundido. Existen varios procedimientos para desarrollar esta forma de conformado (el sistema Colburn-Libbey-Owens; el sistema Fourcoul y el sistema Pittsburgh). Como ejemplo más visual se describe el sistema Libbey-Owens, en el que dos parejas de pequeños rodillos dentados (moletas), refrigerados por agua, sujetan la lámina por sus bordes y ejercen sobre ella una tracción ascendente. Tras un breve recorrido de 60 a 70 cm a lo largo de la cual la hoja recién formada disipa parte de su calor, pasando entre dos pantallas metálicas refrigeradas, es doblada en ángulo recto sobre un rodillo de acero pulido, continuando su avance en dirección horizontal (Ilustración 8).



**Ilustración 8. Sistema Colburn – Libbey - Owens de estirado de vidrio plano [10].**

El colado o laminado discontinuo, cuyo procedimiento más actual es el que introdujo Bicheroux, consiste en colar el vidrio entre dos cilindros laminadores y sobre mesas deslizantes o sobre un tren de rodillos transportadores que conducen la hoja hasta el horno de recocido (Ilustración 9). Permite obtener láminas de vidrio de poco espesor con un acabado superficial muy bueno, de forma que el desbaste y pulido posterior se hace prácticamente innecesario, si los rodillos utilizados están diseñados de forma adecuada.



**Ilustración 9. Procedimiento Bicheroux de laminado discontinuo [10].**

Por otra parte, tanto los procedimientos de laminado continuo y de flotado requieren de grandes hornos balsa de material fundido, lo cual no procede en un proyecto de alcance semiindustrial de planta piloto, por lo que se descarta automáticamente.

En la práctica convencional, se fabrican hojas de vidrio de forma continua a partir de un horno de fusión que produce el material amorfo e incandescente. Dicha hoja de vidrio se recorta posteriormente en hojas individuales de la forma y tamaño deseados.

Según las características del vidrio en cuestión y/o la calidad superficial requerida, es posible obtener dicha hoja de vidrio laminando una corriente de vidrio entre un conjunto de rodillos. Tal método de producción conocido requiere generalmente un horno de fusión del vidrio capaz de asegurar una alimentación suficiente de vidrio, directamente relacionada con el flujo mínimo determinado por la velocidad de laminado y por la anchura de las hojas deseadas. Generalmente, el rodillo superior presenta una superficie lisa para reducir al máximo la rugosidad superficial, mientras que el rodillo inferior está grabado en negativo, de forma que dota al soporte aún vítreo de una red de protuberancias de forma semiesférica o semielíptica tipo costilla [9].

Por tanto, en este caso se va a utilizar el método de laminación para conformar el vidrio fundido a las dimensiones requeridas, dada la complejidad que tiene el procedimiento de estirado mecánico para una planta piloto [10].



#### **7.4. Etapa de acondicionamiento térmico en horno de recocido.**

Esta etapa se debe llevar a cabo en un equipo monocanal de rodillos capaz de acondicionar térmicamente las láminas de vidrio recién conformadas para reducir tensiones mecánicas, combinando sistemas calefactores y de enfriamiento de forma progresiva y regular.

La etapa de acondicionamiento térmico o recocido consiste en enfriar la lámina de vidrio de forma uniforme para liberar tensiones mecánicas, por debajo de la temperatura de transición vítrea, para evitar desvitrificaciones.

Las condiciones óptimas de esta operación se consiguen dividiendo el ciclo en tres etapas:

a) una primera etapa de estabilización térmica, en la cual el vidrio se mantiene a una temperatura constante próxima a la del punto superior de recocido durante el tiempo suficiente para relajar sus tensiones;

b) una etapa crítica de enfriamiento lento hasta una temperatura ligeramente por debajo del punto inferior de recocido, a lo largo de la cual la disipación térmica debe transcurrir de manera muy uniforme para evitar la creación de nuevas tensiones;

c) una última etapa de enfriamiento relativamente rápido hasta la temperatura ambiente. Cada tipo de piezas requiere un ciclo de recocido determinado, cuya duración y condiciones térmicas dependen de las características composicionales del vidrio y de su forma y espesor.

#### **7.5. Etapa de pulido en llama.**

Para la etapa de pulido en llama, habrá de elegirse el tipo de quemador adecuado para el proceso que no interfiera en la composición de los soportes aún vítreos.

Para el caso en cuestión, deberá instalarse un módulo de quemadores de calentamiento directo desde el techo, de forma que el calor aplicado funda la capa más superficial de la pieza vítrea para conseguir un pulido perfecto.

### **7.6. Etapa de corte de láminas.**

Las láminas convenientemente destensionadas o recocidas presentan dimensiones poco funcionales, por lo que es necesario reducir su tamaño.

Actualmente, existen principalmente tres tipos de técnicas industriales para cortar el vidrio:

- El corte por plasma utilizado tradicionalmente para cortar aceros de gran espesor.
- El corte por láser utilizado para láminas de bajo espesor.
- El corte por agua a presión que se utiliza para láminas que no se deterioran por el agua, aunque sí por el calor. Se trata de dispositivos que producen un hilo de agua a 6400 atmósferas de presión, junto con aire y partículas de sílice.

La elección del tipo de cortadora de las láminas de vidrio en la planta piloto para desarrollo de soportes vitrocerámicos se ha realizado teniendo en cuenta la influencia de la metodología de corte en la calidad del vidrio. Así, se han descartado tanto el corte por láser como el corte por plasma, debido a que ambos métodos pueden provocar la fusión del propio vidrio por las elevadas temperaturas que alcanzan [34].

### **7.7. Etapa de cristalización.**

Esta etapa se lleva a término en un horno monocanal de rodillos con un determinado sistema calefactor y consiste en los siguientes puntos:

- Las piezas se colocan sobre rejillas cerámicas refractarias para evitar las deformaciones piropásticas.

- Se mantiene la temperatura de nucleación (entre 670-800°C, según la composición) durante unos 10 minutos.

- Se mantiene la temperatura de crecimiento cristalino durante 10-25 minutos. Por ejemplo, cuando la solución sólida de  $\beta$ -espodumena es su principal fase cristalina, el intervalo de crecimiento cristalino se sitúa entre 1050 y 1200°C. En cambio, si la fase principal es la solución sólida de  $\beta$ -cuarzo, el intervalo del crecimiento oscila entre 840°C y 960°C [30].

- Se enfría rápidamente hasta la temperatura ambiente.

En este caso, también se ha elegido un horno monocanal con resistencias eléctricas, puesto que son los tipos de horno que se usan en pequeñas producciones, además de estar en la línea de minimizar las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Sin embargo, en esta etapa el material únicamente sufre transformaciones químicas sin producir apenas descomposiciones, por lo que, en principio, no se generarán emisiones procedentes de este horno.

## **8. RESULTADOS FINALES.**

### **8.1. Capacidad de la planta piloto.**

Tras el estudio, se considera una producción estándar de 1 carga del horno de fusión al día (221 kg) de material fundido, material suficiente para obtener unas 30 piezas/día de soportes con dimensiones de 60x60x0.5 cm<sup>3</sup>, con un 20% de pérdida por calcinación (ver DOCUMENTO II. Anexos).

### **8.2. Desglose de producción en procesos unitarios.**

El proceso industrial para esta nueva línea en modo discontinuo para fabricar láminas vitrocerámicas constará de las siguientes etapas unitarias, cuyos cálculos se encuentran indicados en el DOCUMENTO II. Anexos:

#### **8.2.1. Proceso unitario de fusión.**

Este proceso unitario se inicia con la selección de las materias primas. Las materias primas utilizadas para la fabricación de soportes vitrocerámicos serán mayoritariamente residuos industriales sólidos procedentes de la industria cerámica en general y del vidrio reciclado.

Para cada caso, se ensayarán previamente en laboratorio varias composiciones ricas en residuos industriales para determinar las condiciones térmicas requeridas en cada caso. Habrá que conocer la temperatura de fusión, la temperatura de transición vítrea, el intervalo de nucleación y el de cristalización del vidrio.

Las materias primas se pesarán en una báscula que alcance hasta los 500 kg, junto con el calcín interno del propio proceso, en el caso de que se pueda utilizar por temas de formulación.

Se introducirán en una mezcladora con una capacidad de 300 kg para homogeneizar bien la composición antes de introducirla en el horno [35].

Las materias primas bien homogeneizadas se introducirán en el horno de fusión por arco eléctrico de unos 221 kg de capacidad, mediante un mecanismo automático provisto de unas cadenas que subirá el saco desde el suelo de la planta y lo dirigirá sobre la tolva situada en el lateral del horno. Un operario abrirá el saco y toda la pesada se introducirá en el horno de fusión.

El horno de fusión, de tipo arco eléctrico, se programará según el ciclo determinado para cada composición, teniendo en cuenta siempre una etapa térmica de afinado antes del vaciado.

La temperatura se controlará mediante el propio mecanismo del horno, desde el panel de control.

La campana extractora de gases procedentes del horno dirigirá los gases hacia el punto de dilución con aire frío, capaz de reducir la temperatura de los gases de unos 1700°C hasta unos 800°C, para seguidamente conducir los gases hacia un filtro cerámico para depurar gases a alta temperatura.

Para garantizar la vida útil del filtro cerámico, se va a instalar un controlador tipo PID que, según la temperatura a la salida del horno, sea capaz de modificar el caudal de entrada de aire frío, modificando la válvula correspondiente. Además, se instalará también un dispositivo de seguridad tipo temperatura de consigna, que abrirá la válvula del aire frío cuando la temperatura de los gases diluidos sobrepase los 800°C. Se trata de un sistema llamado “double-check”, utilizado habitualmente para el control de los procesos industriales.

### **8.2.2. Proceso unitario de conformado por laminación.**

La masa fundida, una vez atemperada según estudio previo, controlándolo por temperatura y tiempo, se verterá sobre los rodillos de la estación laminadora. Los rodillos se pondrán en marcha a la vez que se iniciará el deslizamiento longitudinal de la bandeja sobre la que irá cayendo la lámina de vidrio que se dirigirá sobre los rodillos hacia el horno de recocido o acondicionamiento térmico.

La velocidad y el espesor de los rodillos se modificará según los requerimientos del producto final.

La laminadora elegida funciona por el procedimiento Bicheroux que consiste en colar el vidrio entre dos cilindros laminadores, de forma que una bandeja deslizante accionada por un camino de rodillos conduzca la hoja o lámina hasta el horno de recocido. Los rodillos pueden tener un diámetro exterior entre 60 y 140 mm y están horadados para permitir la incorporación de un sistema de enfriamiento. Los materiales típicos de que están hechos los rodillos pueden ser los aceros de herramientas, los aceros inoxidable, las aleaciones de níquel y de cobalto, o uno de estos materiales dotado de un revestimiento metálico o cerámico.

La viscosidad del vidrio que llega a los rodillos debe ser inferior a 1000 Pa.s.

El material de los rodillos es especial, permitiendo el tratamiento superficial de eliminación de rugosidades.

El control del flujo de calor térmico disipado entre los rodillos y el vidrio, por conducción, radiación y convección, se va a hacer de forma manual, ajustando las velocidades de cada maquinaria para lograr la optimización del proceso. La temperatura de la superficie del vidrio debe bajar por debajo de la temperatura de transformación durante sólo un intervalo corto de tiempo, antes de abandonar el tren de laminado, pasando a un estado viscoelástico de nuevo debido al recalentamiento desde el núcleo de la hoja de vidrio.

Además, se debe asegurar que el vidrio fundido no desvitriifique durante el proceso de conformado por laminación.

La velocidad de desplazamiento de la bandeja sobre la que se conduce la lámina será superior a la del desplazamiento de la lámina entre los rodillos, con el fin de evitar la formación de pliegues.

La descripción exacta de cómo actúan los rodillos (fuerzas de fricción, fuerza del rodillo y requerimientos de potencia) se puede encontrar en pág. 321 de la referencia bibliográfica [11].

### **8.2.3. Proceso unitario de acondicionamiento térmico (recocido)**

La lámina pasa sobre la bandeja metálica y ésta sobre los rodillos hacia el horno de acondicionamiento térmico (recocido), donde el vidrio laminado sufre un enfriamiento lento desde los 700°C hasta los 50°C, para reducir tensiones térmicas originadas por los cambios bruscos de temperatura durante la laminación. El horno de recocido medirá unos 30 m, con el objetivo de que tenga suficiente espacio para albergar toda la producción del horno de fusión de 221 kg de carga máxima. El proceso de recocido es utilizado para liberar las tensiones internas del material que causa una extrema fragilidad del producto, que se producen debido al rápido e irregular enfriamiento de la pieza de vidrio durante la operación de formado.

### **8.2.4. Proceso unitario de pulido en llama.**

Al final del horno de recocido, se instalará un set de quemadores de gas en el techo para que la llama esté dirigida hacia la cara superior de la lámina de vidrio y se consiga afinar el pulido, ya logrado en la laminadora, gracias al diseño especial de los rodillos.

### **8.2.5. Proceso unitario de separación lámina-bandeja metálica.**

Esta operación se va a desarrollar mediante un robot mecanizado tipo cartesiano de salida en escuadra, capaz de transportar la lámina de forma aérea mediante ventosas a una línea que continua en escuadra a 90°, mientras que la bandeja metálica la coloca sobre un camino paralelo a la línea de la laminadora que, en sentido contrario devuelve las bandejas al inicio del proceso, antes de la laminadora, debajo del horno de fusión.

Los rodillos sobre los que se coloca la lámina vítrea tendrán una protección para evitar el rayado del vidrio.

### **8.2.6. Proceso unitario de corte mediante chorro de agua a presión.**

A continuación, los soportes vítreos aún pasan por un camino de rodillos hacia la cortadora de chorro de agua a presión, donde las piezas se adecúan al tamaño requerido. Los restos se guardan en cubículos laterales para reutilizarlos como materia prima (calcín interno).

Las piezas seguirán por el camino de rodillos protegido contra el rayado hacia un cambio en escuadra.

### **8.2.7. Proceso unitario de secado de láminas cortadas.**

La elección de la cortadora mediante agua, ha obligado a introducir una nueva etapa indispensable para adecuar el contenido de agua a la entrada del horno de cristalización.

Así, el secado de las piezas cortadas se realizará en dos fases. Por un lado, se instalarán unos dispositivos de aire a presión o boquillas sopladoras en la zona previa al secadero, en un lado del camino de rodillos, para eliminar gran parte del agua superficial. De este modo, se reducirá el tiempo de secado de las piezas en el secadero de infrarrojos que se ha seleccionado para eliminar totalmente el agua adsorbida sobre la superficie del soporte vítreo ya cortado. Este secadero operará a 100°C de temperatura.

El secadero tendrá el mismo diseño de los hornos monocanal y operará en continuo. El tiempo de secado de todas las piezas será inferior a 10 minutos. Su longitud será de 5 m, según los cálculos realizados en el documento II. Anexos. En los secaderos horizontales, las piezas avanzan por el interior del secadero situadas sobre unos rodillos, que giran para permitir el avance de las piezas en un sentido [36] .



### **8.2.8. Proceso unitario de serigrafiado.**

Se va a incluir en la línea un cabezal de serigrafía de alta precisión para decorar los soportes vítreos en caso de ser necesario. Se estudiarán el tipo de tintas inorgánicas y la ubicación de esta unidad, según la composición de cada hornada y de los requerimientos del producto final.

### **8.2.9. Proceso unitario de incorporación de bandejas refractarias bajo los soportes vítreos antes de la entrada al horno de cristalización.**

En este punto, los soportes vítreos se colocarán sobre unas bandejas refractarias, dispensadas por un pulmón de bandejas mecanizado con un robot cartesiano. De este modo, se evitarán deformaciones pirolásticas durante la etapa de nucleación y crecimiento cristalino.

### **8.2.10. Proceso unitario de cristalización.**

Esta etapa se desarrolla en un horno monocanal de rodillos que alcanza los 1300°C y que cuenta con un programador capaz de modificar la temperatura en cada tramo para adecuar el ciclo a la composición de partida.

Este horno será de 20 m de longitud para poder realizar una partida completa. El tiempo de esta operación podrá durar entre 60-500 min según la composición de partida y las especificaciones del producto final.

## **8.3. Características del producto final.**

La resistencia mecánica del soporte debe ser elevada (mayor de 60 N/mm<sup>2</sup>).

La planaridad de la pieza debe cumplir al menos la normativa para baldosas cerámicas:

**UNE-EN ISO 10545-2:1998** Baldosas cerámicas. Parte 2: Determinación de las dimensiones y del aspecto superficial.

Para mejorar la calidad del producto, se utilizarán como referencia las especificaciones facilitadas por Schott en el documento “Technical Delivery Specification TL 1 00 04 01 – 01 para Cooktop Panels” (ver documento II. Anexos).

#### **8.4. Justificación general de la solución adoptada.**

La solución adoptada en el diseño de la planta piloto destinada al desarrollo de soportes vitrocerámicos se ha basado principalmente en los siguientes puntos:

- Disponibilidad de hornos de fusión en el mercado para el rango de temperaturas de fusión requerido, producción pequeña para planta piloto y facilidad de manejo.
- Selección del conformado más usual y sencillo en vidrio para producciones pequeñas, como es el laminado.
- Selección de hornos monocanal para la etapa de acondicionamiento térmico y la etapa de nucleación y crecimiento cristalino.
- Automatización de todo el circuito para optimizar el proceso y evitar accidentes laborales.

#### **8.5. Esquema del proceso.**

El proceso se representa de forma esquemática en la página siguiente, en la Ilustración 10:

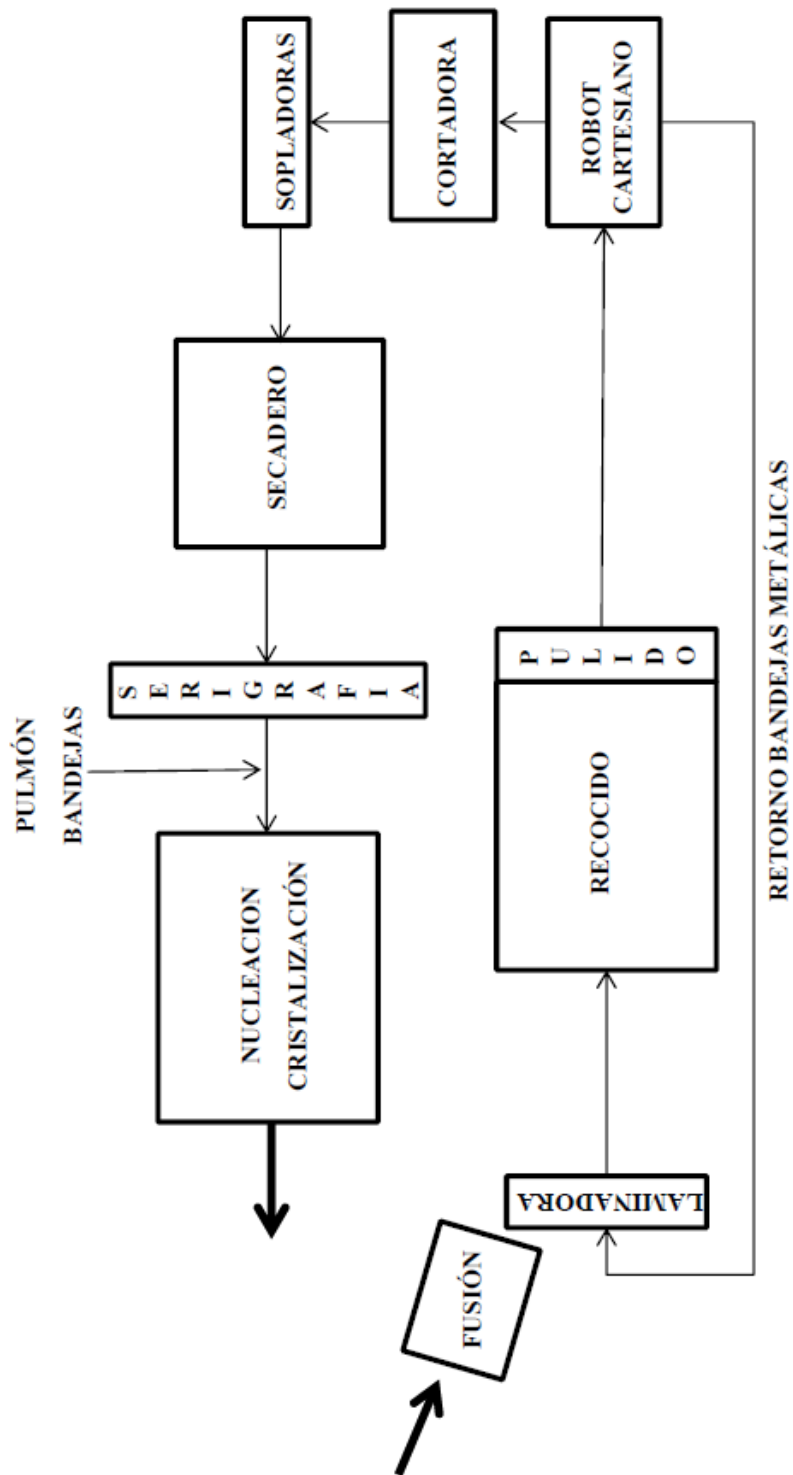
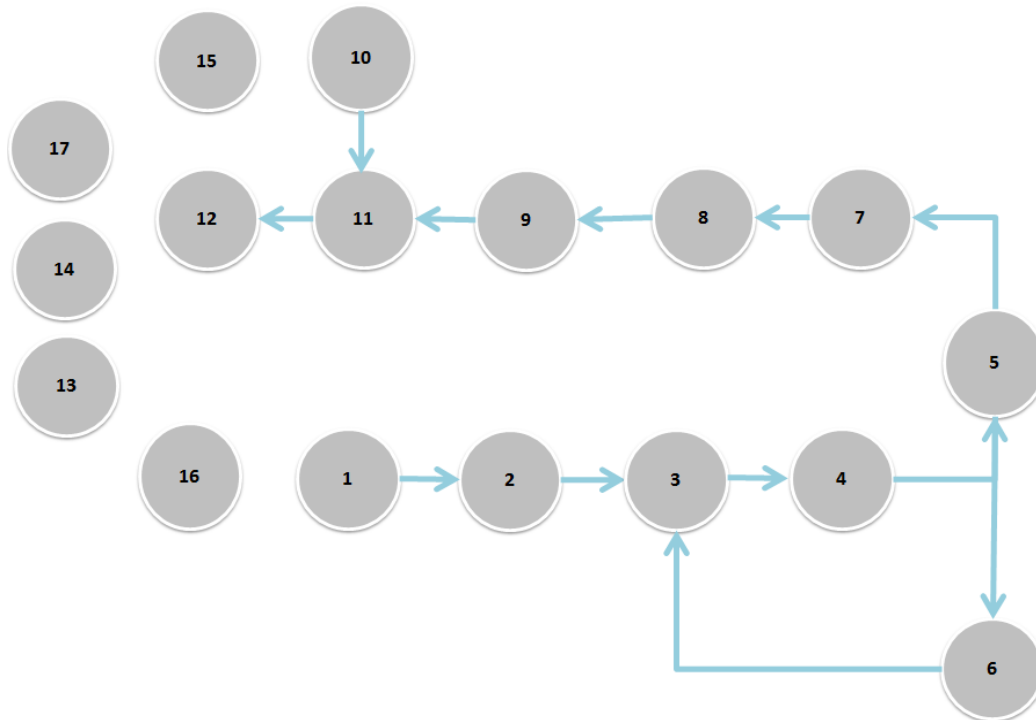


Ilustración 10. Esquema de la planta piloto para la fabricación de soportes vitrocerámicos.

### 8.6. Distribución en planta inicial.

La distribución en planta más adecuada para el diseño esta planta piloto para el desarrollo de soportes vitrocerámicos es la distribución en cadena, en serie o en línea, por producto o de desplazamiento rápido, puesto que cada subproducto se realiza o se trata en una zona determinada y sólo el material y las bandejas son los elementos que se desplazan, mientras que la maquinaria está en una posición fija.

La distribución en planta inicial se indica en Ilustración 11, tras aplicar la tabla relacional de actividades del proceso en el documento II. Anexos.



**Ilustración 11. Distribución en planta inicial.**

A partir de esta distribución se han elaborado los planos que configuran el documento III. PLANOS.

## 9. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA.

Los cálculos relativos al estudio de viabilidad económico se encuentran en el Documento II. ANEXOS.

El estudio económico se ha basado en la elaboración del presupuesto de explotación, que se resume en la Tabla 6 y la Tabla 7:

**Tabla 6. Resumen del estudio de viabilidad económica.**

Inversión inicial (PEC)	2.401.453,67 €
Capital circulante	360.218,05 €
VAN a los 15 años	551.486,53 €
TIR a los 15 años	4.93%
Pay-back	A partir del 13º año.

**Tabla 7. Desglose del beneficio neto por años.**

Año	% producción	Amortizaciones anuales (€)	Flujo de caja (€) (FC)	Beneficio neto (€) 30% I.A.E.
1	50	70.815,00	-78.517,04	-115.870,80
2	75	70.815,00	131.851,52	61.036,52
3	100	70.335,00	273.153,60	202.818,59
4	100	70.335,00	273.153,60	202.818,59
5	100	70.335,00	273.153,60	202.818,59
6	100	62.935,00	270.933,60	207.998,60
7	100	62.935,00	270.933,60	207.998,60
8	100	62.935,00	270.933,60	207.998,60
9	100	62.935,00	270.933,60	207.998,60
10	100	62.935,00	270.933,60	207.998,60
11	100	0	252.053,10	252.053,10

## **10. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

### **10.1. Antecedentes y datos generales.**

#### **10.1.1. Objeto y autor del Estudio de Seguridad y Salud.**

El presente Estudio de Seguridad y Salud está redactado para dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Su autor es Ester Barrachina Albert y su elaboración ha sido encargada a título personal.

De acuerdo con el artículo 3 del R.D. 1627/1997, si en la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación deberá ser objeto de un contrato expreso.

De acuerdo con el artículo 7 del citado R.D., el objeto del Estudio de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabora el correspondiente Plan de Seguridad y Salud el Trabajo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

### 10.1.2. Proyecto al que se refiere.

El presente Estudio de Seguridad y Salud se refiere al Proyecto cuyos datos generales se indican en Tabla 8.

**Tabla 8. Identificación del proyecto.**

<b>PROYECTO: Planta piloto para el desarrollo de soportes vitrocerámicos</b>	
Proyecto de Ejecución de	Planta piloto para el desarrollo de soportes vitrocerámicos
Ingeniero autor del proyecto	Ester Barrachina Albert
Emplazamiento	Campus de la Universitat Jaume I
Presupuesto de Ejecución Material	1.526.671.12 €
Plazo de ejecución previsto	1 año
Número máximo de operarios	10
Total aproximado de jornadas	250

### 10.1.3. Descripción del emplazamiento y la obra.

En la

Tabla 9 se indican las principales características y condicionantes del emplazamiento donde se realizará la obra:

**Tabla 9. Descripción del emplazamiento.**

<b>DATOS DEL EMPLAZAMIENTO</b>	
<b>Accesos a la obra</b>	Por carretera
<b>Topografía del terreno</b>	Desniveles despreciables
<b>Edificaciones colindantes</b>	Ninguno
<b>Suministro de energía eléctrica</b>	Garantizado
<b>Suministro de agua</b>	Garantizado
<b>Sistema de saneamiento</b>	Garantizado
<b>Servidumbres y condicionantes</b>	No procede

En la

Tabla 10 se indican las características generales de la obra a que se refiere el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, y se describen brevemente las fases de que consta:



**Tabla 10. Descripción de la obra y sus fases.**

<b>DESCRIPCION DE LA OBRA Y SUS FASES</b>	
<b>Demoliciones</b>	No procede
<b>Movimiento de tierras</b>	Descrito en medición
<b>Cimentación y estructuras</b>	Descrito en medición
<b>Cubiertas</b>	Descrito en medición
<b>Albañilería y cerramientos</b>	Descrito en medición
<b>Acabados</b>	Descrito en medición
<b>Instalaciones</b>	Descrito en medición
<b>Maquinaria</b>	Descrito en medición

#### **10.1.4. Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria.**

De acuerdo con el apartado 15 del Anexo 4 del R.D.1627/97, la obra dispondrá de los servicios higiénicos que se indican en la Tabla 11:

**Tabla 11. Relación de servicios higiénicos disponibles.**

<b>SERVICIOS HIGIENICOS</b>	
Vestuarios con asientos y taquillas individuales, provistas de llave	
Lavabos con agua fría, agua caliente, y espejo.	
Duchas con agua fría y caliente.	
Retretes.	
<b>Observaciones:</b>	
La utilización de los servicios higiénicos será no simultánea en caso de haber operarios de distintos sexos.	

De acuerdo con el apartado A3 del Anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá del material de primeros auxilios que se indica en la Tabla 12, en la que se incluye además la identificación y las distancias a los centros de asistencia sanitaria más cercanos:

**Tabla 12. Relación de primeros auxilios y asistencia sanitaria.**

<b>PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA</b>		
<b>NIVEL DE ASISTENCIA</b>	<b>NOMBRE Y UBICACION</b>	<b>DISTANCIA APROX. (Km)</b>
Primeros auxilios	Botiquín portátil	En la obra
Asistencia Primaria (Urgencias)	Centro Sanitario UJI	500 m
Asistencia Especializada (Hospital)	Hospital Provincial	2 km

### 10.1.5. Maquinaria de obra.

La maquinaria que se prevé emplear en la ejecución de la obra se indica en la relación de la Tabla 13:

**Tabla 13. Relación de maquinaria prevista.**

<b>MAQUINARIA PREVISTA</b>			
x	Grúas-torre	x	Hormigoneras
x	Montacargas	x	Camiones
x	Maquinaria para movimiento de tierras	x	Cabrestantes mecánicos
x	Sierra circular		
<b>OBSERVACIONES:</b>			

### 10.1.6. Medios auxiliares.

En la

Tabla 14 aparece el listado de los medios auxiliares, siendo los marcados con una X, los que previsiblemente van a ser empleados en la obra y sus características más importantes:

**Tabla 14. Relación de medios auxiliares.**

MEDIOS AUXILIARES	
MEDIOS	CARACTERISTICAS
<input type="checkbox"/>	Andamios colgados móviles
	Deben someterse a una prueba de carga previa. Correcta colocación de los pestillos de seguridad de los ganchos. Los pescantes serán preferiblemente metálicos. Los cabrestantes se revisarán trimestralmente. Correcta disposición de barandilla de segur., barra intermedia y rodapié. Obligatoriedad permanente del uso de cinturón de seguridad.
<input checked="" type="checkbox"/>	Andamios tubulares apoyados
	Deberán montarse bajo la supervisión de persona competente. Se apoyarán sobre una base sólida y preparada adecuadamente. Se dispondrán anclajes adecuados a las fachadas. Las cruces de San Andrés se colocarán por ambos lados. Correcta disposición de las plataformas de trabajo. Correcta disposición de barandilla de seguridad, barra intermedia y rodapié. Correcta disposición de los accesos a los distintos niveles de trabajo. Uso de cinturón de seguridad de sujeción Clase A, Tipo I durante el montaje y el desmontaje.
<input type="checkbox"/>	Andamios s/ borriquetas
	La distancia entre apoyos no debe sobrepasar los 3,5 m.
<input type="checkbox"/>	Escaleras de mano
	Zapatas antideslizantes. Deben sobrepasar en 1 m la altura a salvar. Separación de la pared en la base = $\frac{1}{4}$ de la altura total.
<input type="checkbox"/>	Instalación eléctrica
	Cuadro general en caja estanca de doble aislamiento, situado a $h > 1$ m:
	I. diferenciales de 0,3A en líneas de máquinas y fuerza.
	I. diferenciales de 0,03A en líneas de alumbrado a tensión > 24V.
	I. magnetotérmico general omnipolar accesible desde el exterior.
	I. magnetotérmicos en líneas de máquinas, tomas de cte. y alumbrado.
	La instalación de cables será aérea desde la salida del cuadro.
	La puesta a tierra (caso de no utilizar la del edificio) será $\leq 80$ ohmios.
OBSERVACIONES:	

## 10.2. Riesgos laborables evitables completamente.

La Tabla 15 contiene la relación de los riesgos laborables que pudiendo presentarse en la obra, van a ser totalmente evitados mediante la adopción de las medidas técnicas que también se incluyen:

**Tabla 15. Relación de riesgos laborales evitables completamente.**

RIESGOS EVITABLES		MEDIDAS TECNICAS ADOPTADAS	
<input type="checkbox"/>	Derivados de la rotura de instalaciones existentes	<input type="checkbox"/>	Neutralización de las instalaciones existentes
<input type="checkbox"/>	Presencia de líneas eléctricas de alta tensión aéreas o subterráneas	<input type="checkbox"/>	Corte del fluido, puesta a tierra y cortocircuito de los cables
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
OBSERVACIONES: No procede estos riesgos evitables			

### **10.3. Riesgos laborales no eliminables completamente.**

Este apartado contienen la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente evitados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. La Tabla 16 se refiere a aspectos generales afectan a toda la obra, y las restantes a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que ésta puede dividirse.

**Tabla 16. Relación de riesgos laborales no eliminables completamente.**

TODA LA OBRA		
RIESGOS		
<input checked="" type="checkbox"/>	Caídas de operarios al mismo nivel	
<input checked="" type="checkbox"/>	Caídas de operarios a distinto nivel	
<input checked="" type="checkbox"/>	Caídas de objetos sobre operarios	
<input checked="" type="checkbox"/>	Caídas de objetos sobre terceros	
<input checked="" type="checkbox"/>	Choques o golpes contra objetos	
<input type="checkbox"/>	Fuertes vientos	
<input type="checkbox"/>	Trabajos en condiciones de humedad	
<input checked="" type="checkbox"/>	Contactos eléctricos directos e indirectos	
<input checked="" type="checkbox"/>	Cuerpos extraños en los ojos	
<input checked="" type="checkbox"/>	Sobreesfuerzos	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS		GRADO DE ADOPCION
<input checked="" type="checkbox"/>	Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra	permanente
<input checked="" type="checkbox"/>	Orden y limpieza de los lugares de trabajo	permanente
<input checked="" type="checkbox"/>	Recubrimiento, o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas de B.T.	permanente
<input checked="" type="checkbox"/>	Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra)	permanente
<input checked="" type="checkbox"/>	No permanecer en el radio de acción de las máquinas	permanente
<input checked="" type="checkbox"/>	Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento	permanente
<input checked="" type="checkbox"/>	Señalización de la obra (señales y carteles)	permanente

X	Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia	alternativa al vallado
X	Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de altura $\square$ 2m	permanente
X	Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra	permanente
	Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o colindantes	permanente
X	Extintor de polvo seco, de eficacia 21A - 113B	permanente
X	Evacuación de escombros	frecuente
X	Escaleras auxiliares	ocasional
	Información específica	para riesgos concretos
	Cursos y charlas de formación	frecuente
	Grúa parada y en posición veleta	con viento fuerte
	Grúa parada y en posición veleta	final de cada jornada
<b>EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPIs)</b>		<b>EMPLEO</b>
X	Cascos de seguridad	permanente
X	Calzado protector	permanente
X	Ropa de trabajo	permanente
X	Ropa impermeable o de protección	con mal tiempo
X	Gafas de seguridad	frecuente
X	Cinturones de protección del tronco	ocasional
<b>MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCION Y PROTECCION</b>		<b>GRADO DE EFICACIA</b>
	No procede	
<b>OBSERVACIONES:</b>		

Tabla 17. Relación de riesgos no eliminables completamente en la fase de cimentación y estructuras.

<b>FASE: CIMENTACION Y ESTRUCTURAS</b>	
<b>RIESGOS</b>	
	Desplomes y hundimientos del terreno
	Desplomes en edificios colindantes
	Caídas de operarios al vacío
	Caídas de materiales transportados
X	Atrapamientos y aplastamientos
X	Atropellos, colisiones y vuelcos
	Contagios por lugares insalubres
X	Lesiones y cortes en brazos y manos
X	Lesiones, pinchazos y cortes en pies
X	Dermatitis por contacto con hormigones y morteros
X	Ruidos
X	Vibraciones
X	Quemaduras producidas por soldadura
X	Radiaciones y derivados de la soldadura
X	Ambiente pulvígeno
X	Electrocuciones

<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS</b>		<b>GRADO DE ADOPCION</b>
X	Apuntalamientos y apeos	permanente
	Achique de aguas	frecuente
X	Pasos o pasarelas	permanente
X	Separación de tránsito de vehículos y operarios	ocasional
	Cabinas o pórticos de seguridad en máquinas (Rops y Fops)	permanente
	No acopiar junto al borde de la excavación	permanente
	Observación y vigilancia de los edificios colindantes	diaria
X	No permanecer bajo el frente de excavación	permanente
X	Redes verticales perimetrales (correcta colocación y estado)	permanente
X	Redes horizontales (interiores y bajo los forjados)	frecuente
X	Andamios y plataformas para encofrados	permanente
X	Plataformas de carga y descarga de material	permanente
X	Barandillas resistentes (0,9 m de altura, con listón intermedio y rodapié)	permanente
X	Tableros o planchas rígidas en huecos horizontales	permanente
X	Escaleras peldañeadas y protegidas, y escaleras de mano	permanente
<b>EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPIs)</b>		<b>EMPLEO</b>
X	Gafas de seguridad	ocasional
X	Guantes de cuero o goma	frecuente
	Botas de seguridad	permanente
X	Botas de goma o P.V.C. de seguridad	ocasional
	Pantallas faciales, guantes, manguitos, mandiles y polainas para soldar	en estructura metálica
	Cinturones y arneses de seguridad	frecuente
	Mástiles y cables fiadores	frecuente
<b>MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCION Y PROTECCION</b>		<b>GRADO DE EFICACIA</b>
<b>OBSERVACIONES:</b>		

**Tabla 18. Relación de riesgos no eliminables completamente en la fase de cubiertas.**

<b>FASE: CUBIERTAS</b>		
<b>RIESGOS</b>		
X	Caídas de operarios al vacío, o por el plano inclinado de la cubierta	
X	Caídas de materiales transportados, a nivel y a niveles inferiores	
X	Lesiones y cortes en manos	
	Lesiones, pinchazos y cortes en pies	
X	Dermatitis por contacto con materiales	
	Inhalación de sustancias tóxicas	
X	Quemaduras producidas por soldadura de materiales	
	Vientos fuertes	
	Incendio por almacenamiento de productos combustibles	
	Derrame de productos	
X	Electrocuciones	
X	Hundimientos o roturas en cubiertas de materiales ligeros	
X	Proyecciones de partículas	
	Condiciones meteorológicas adversas	
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS</b>		<b>GRADO DE ADOPCION</b>
X	Redes verticales perimetrales (correcta colocación y estado)	permanente
X	Redes de seguridad (interiores y/o exteriores)	permanente
X	Andamios perimetrales en aleros	permanente
X	Plataformas de carga y descarga de material	permanente
X	Barandillas rígidas y resistentes (con listón intermedio y rodapié)	permanente
X	Tableros o planchas rígidas en huecos horizontales	permanente
X	Escaleras peldañeadas y protegidas	permanente
X	Escaleras de tejador, o pasarelas	permanente
X	Parapetos rígidos	permanente
X	Acopio adecuado de materiales	permanente
X	Señalizar obstáculos	permanente
X	Plataforma adecuada para grúa	permanente
X	Ganchos de servicio	permanente
X	Accesos adecuados a las cubiertas	permanente
X	Paralización de los trabajos en condiciones meteorológicas adversas	ocasional
<b>EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPIs)</b>		<b>EMPLEO</b>
X	Guantes de cuero o goma	ocasional
X	Botas de seguridad	permanente
X	Cinturones y arneses de seguridad	permanente
X	Mástiles y cables fiadores	permanente
<b>MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCION Y PROTECCION</b>		<b>GRADO DE EFICACIA</b>
<b>OBSERVACIONES:</b>		



**Tabla 19. Relación de riesgos no eliminables completamente en la fase de albañilería y cerramientos.**

<b>FASE: ALBAÑILERÍA Y CERRAMIENTOS</b>		
<b>RIESGOS</b>		
X	Caídas de operarios al vacío	
X	Caídas de materiales transportados, a nivel y a niveles inferiores	
	Atrapamientos y aplastamientos en manos durante el montaje de andamios	
	Atrapamientos por los medios de elevación y transporte	
X	Lesiones y cortes en manos	
X	Lesiones, pinchazos y cortes en pies	
X	Dermatitis por contacto con hormigones, morteros y otros materiales	
	Incendios por almacenamiento de productos combustibles	
X	Golpes o cortes con herramientas	
	Electrocuciones	
X	Proyecciones de partículas al cortar materiales	
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS</b>		<b>GRADO DE ADOPCION</b>
X	Apuntalamientos y apeos	permanente
	Pasos o pasarelas	permanente
	Redes verticales	permanente
	Redes horizontales	frecuente
X	Andamios (constitución, arriostramiento y accesos correctos)	permanente
X	Plataformas de carga y descarga de material en cada planta	permanente
	Barandillas rígidas (0,9 m de altura, con listón intermedio y rodapié)	permanente
	Tableros o planchas rígidas en huecos horizontales	permanente
	Escaleras peldañeadas y protegidas	permanente
	Evitar trabajos superpuestos	permanente
	Bajante de escombros adecuadamente sujetas	permanente
	Protección de huecos de entrada de material en plantas	permanente
<b>EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPIs)</b>		<b>EMPLEO</b>
X	Gafas de seguridad	frecuente
X	Guantes de cuero o goma	frecuente
X	Botas de seguridad	permanente
	Cinturones y arneses de seguridad	frecuente
	Mástiles y cables fiadores	frecuente
<b>MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCION Y PROTECCION</b>		<b>GRADO DE EFICACIA</b>
<b>OBSERVACIONES:</b>		

**Tabla 20. Relación de riesgos no eliminables completamente en la fase de acabados.**

<b>FASE: ACABADOS</b>		
<b>RIESGOS</b>		
	Caidas de operarios al vacío	
	Caidas de materiales transportados	
	Ambiente pulvígeno	
	Lesiones y cortes en manos	
	Lesiones, pinchazos y cortes en pies	
	Dermatitis por contacto con materiales	
	Incendio por almacenamiento de productos combustibles	
	Inhalación de sustancias tóxicas	
	Quemaduras	
	Electrocución	
	Atrapamientos con o entre objetos o herramientas	
	Deflagraciones, explosiones e incendios	
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS</b>		
	<b>GRADO DE ADOPCION</b>	
	Ventilación adecuada y suficiente (natural o forzada)	permanente
	Andamios	permanente
	Plataformas de carga y descarga de material	permanente
	Barandillas	permanente
	Escaleras peldañeadas y protegidas	permanente
	Evitar focos de inflamación	permanente
	Equipos autónomos de ventilación	permanente
	Almacenamiento correcto de los productos	permanente
<b>EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPIs)</b>		
	<b>EMPLEO</b>	
	Gafas de seguridad	ocasional
	Guantes de cuero o goma	frecuente
	Botas de seguridad	frecuente
	Cinturones y arneses de seguridad	ocasional
	Mástiles y cables fiadores	ocasional
	Mascarilla filtrante	ocasional
	Equipos autónomos de respiración	ocasional
<b>MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCION Y PROTECCION</b>		
	<b>GRADO DE EFICACIA</b>	
<b>OBSERVACIONES:</b>		

**Tabla 21. Relación de riesgos no eliminables completamente en la fase de instalaciones.**

<b>FASE: INSTALACIONES</b>		
<b>RIESGOS</b>		
	Caidas a distinto nivel por el hueco del ascensor	
	Lesiones y cortes en manos y brazos	
	Dermatitis por contacto con materiales	
	Inhalación de sustancias tóxicas	
X	Quemaduras	
X	Golpes y aplastamientos de pies	
	Incendio por almacenamiento de productos combustibles	
X	Electrocuciones	
X	Contactos eléctricos directos e indirectos	
	Ambiente pulvígeno	
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS</b>		<b>GRADO DE ADOPCION</b>
	Ventilación adecuada y suficiente (natural o forzada)	permanente
X	Escalera portátil de tijera con calzos de goma y tirantes	frecuente
	Protección del hueco del ascensor	permanente
	Plataforma provisional para ascensoristas	permanente
X	Realizar las conexiones eléctricas sin tensión	permanente
<b>EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPIs)</b>		<b>EMPLEO</b>
X	Gafas de seguridad	ocasional
X	Guantes de cuero o goma	frecuente
X	Botas de seguridad	frecuente
X	Cinturones y arneses de seguridad	ocasional
	Mástiles y cables fiadores	ocasional
	Mascarilla filtrante	ocasional
<b>MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCION Y PROTECCION</b>		<b>GRADO DE EFICACIA</b>
<b>OBSERVACIONES:</b>		

#### 10.4. Riesgos laborables especiales.

En la Tabla 22 se relacionan aquellos trabajos, que siendo necesarios para el desarrollo de la obra definida en el Proyecto de referencia, implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores, y están por ello incluidos en el Anexo II del R.D. 1627/97. También se indican las medidas específicas que deben adoptarse para controlar y reducir los riesgos derivados de este tipo de trabajos. En este caso, no procede.

**Tabla 22. Relación de riesgos laborables especiales.**

TRABAJOS CON RIESGOS ESPECIALES	MEDIDAS ESPECIALES PREVISTAS
<input type="checkbox"/> Especialmente graves de caídas de altura, sepultamientos y hundimientos	
<input type="checkbox"/> En proximidad de líneas eléctricas de alta tensión	Señalizar y respetar la distancia de seguridad (5m). Pórticos protectores de 5 m de altura. Calzado de seguridad.
<input type="checkbox"/> Con exposición a riesgo de ahogamiento por inmersión	
<input type="checkbox"/> Que impliquen el uso de explosivos	
<input type="checkbox"/> Que requieren el montaje y desmontaje de elementos prefabricados pesados	
<input type="checkbox"/>	
OBSERVACIONES: En este caso, no procede la aplicación de ninguna medida preventiva de algún riesgo especial.	

## **10.5. Previsiones para trabajos futuros.**

### **10.5.1. Elementos previstos para la seguridad de los trabajos de mantenimiento.**

En el Proyecto de Ejecución a que se refiere el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se han especificado una serie de elementos que han sido previstos para facilitar las futuras labores de mantenimiento y reparación del edificio en condiciones de seguridad y salud, y que una vez colocados, también servirán para la seguridad durante el desarrollo de las obras.

Estos elementos son los que se relacionan en la Tabla 23:

**Tabla 23. Relación de provisiones para trabajos futuros.**

<b>UBICACION</b>	<b>ELEMENTOS</b>	<b>PREVISION</b>
Cubiertas	Ganchos de servicio	-
	Elementos de acceso a cubierta (puertas, trampillas)	-
	Barandillas en cubiertas planas	-
	Grúas desplazables para limpieza de fachadas	-
Fachadas	Ganchos en ménsula (pescantes)	-
	Pasarelas de limpieza	-
		-
OBSERVACIONES: Se analizará durante la obra in situ.		

### **10.5.2. Elementos previstos para la seguridad e higiene de los trabajos de puesta en marcha y funcionamiento de la planta piloto.**

En este caso, los elementos previstos para la seguridad e higiene se refieren a las protecciones individuales y colectivas previstas:

#### **Equipos de protección individual**

- Prendas y ropa de protección.
- Protectores auditivos.
- Sistemas de retención y protección contra caídas.
- Cascos de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Protecciones respiratorias.
- Guantes de protección.
- Ropa de protección contra fuego.
- Protección de la vista y de la cara.
- Equipos de protección personal contra la electricidad.

#### **Equipos de protección colectiva**

- Instalación de un foso subterráneo bajo la plataforma del horno de fusión para evitar derrames de material fundido por toda la planta.
- Vallado perimetral de la zona del horno de fusión.
- Señalizaciones de las zonas de los hornos, cortadora y secadero.
- Instalación de sistema de protección contra incendios, que incluye varias líneas de rociadores en techo, abastecidos por un depósito exterior de 50 m<sup>3</sup>, y extintores ubicados por toda la planta.
- Alumbrado de emergencia en el interior de la planta.

**10.6. Normas de seguridad y salud aplicables a la obra.****GENERAL**

<input type="checkbox"/>	Ley de Prevención de Riesgos Laborales.	Ley 31/95	08-11-95	J.Estado	10-11-95
<input type="checkbox"/>	Reglamento de los Servicios de Prevención.	RD 39/97	17-01-97	M.Trab.	31-01-97
<input type="checkbox"/>	Disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción. (transposición Directiva 92/57/CEE)	RD 1627/97	24-10-97	Varios	25-10-97
<input type="checkbox"/>	Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud.	RD 485/97	14-04-97	M.Trab.	23-04-97
<input type="checkbox"/>	Modelo de libro de incidencias.	Orden	20-09-86	M.Trab.	13-10-86
	Corrección de errores.	--	--	--	31-10-86
<input type="checkbox"/>	Modelo de notificación de accidentes de trabajo.	Orden	16-12-87		29-12-87
<input type="checkbox"/>	Reglamento Seguridad e Higiene en el Trabajo de la Construcción.	Orden	20-05-52	M.Trab.	15-06-52
	Modificación.	Orden	19-12-53	M.Trab.	22-12-53
	Complementario.	Orden	02-09-66	M.Trab.	01-10-66
<input type="checkbox"/>	Cuadro de enfermedades profesionales.	RD 1995/78	--	--	25-08-78
<input type="checkbox"/>	Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo.	Orden	09-03-71	M.Trab.	16-03-71
	Corrección de errores. (derogados Títulos I y III. Título II: cap: I a V, VII, XIII)	--	--	--	06-04-71
<input type="checkbox"/>	Ordenanza trabajo industrias construcción, vidrio y cerámica.	Orden	28-08-79	M.Trab.	--
	Anterior no derogada.	Orden	28-08-70	M.Trab.	05-09-70
	Corrección de errores.	--	--	--	70
	Modificación (no derogada), Orden 28-08-70.	Orden	27-07-73	M.Trab.	17-10-70
	Interpretación de varios artículos.	Resolución	24-11-70	DGT	28-11-70
	Interpretación de varios artículos.				05-12-70
<input type="checkbox"/>	Señalización y otras medidas en obras fijas en vías fuera de poblaciones.	Orden	31-08-87	M.Trab.	--
<input type="checkbox"/>	Protección de riesgos derivados de exposición a ruidos.	RD 1316/89	27-10-89	--	02-11-89
<input type="checkbox"/>	Disposiciones mín. seg. y salud sobre manipulación manual de cargas (Directiva 90/269/CEE)	RD 487/97	23-04-97	M.Trab.	23-04-97

<input type="checkbox"/> Reglamento sobre trabajos con riesgo de amianto.	Orden	31-10-84	M.Trab.	07-11-84
Corrección de errores.	--	--	--	22-11-84
Normas complementarias.	Orden	07-01-87	M.Trab.	15-01-87
Modelo libro de registro.	Orden	22-12-87	M.Trab.	29-12-87
<input type="checkbox"/> Estatuto de los trabajadores.	Ley 8/80	01-03-80	M-Trab.	-- -- 80
Regulación de la jornada laboral.	RD 2001/83	28-07-83	--	03-08-83
Formación de comités de seguridad.	D. 423/71	11-03-71	M.Trab.	16-03-71

### EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPI)

<input type="checkbox"/> Condiciones comerc. y libre circulación de EPI (Directiva 89/686/CEE).	RD 1407/92	20-11-92	MRCor.	28-12-92
Modificación: Marcado "CE" de conformidad y año de colocación.	RD 159/95	03-02-95		08-03-95
Modificación RD 159/95.	Orden	20-03-97		06-03-97
<input type="checkbox"/> Disp. mínimas de seg. y salud de equipos de protección individual. (transposición Directiva 89/656/CEE).	RD 773/97	30-05-97	M.Presid.	12-06-97
<input type="checkbox"/> EPI contra caída de altura. Disp. de descenso.	UNEEN341	22-05-97	AENOR	23-06-97
<input type="checkbox"/> Requisitos y métodos de ensayo: calzado seguridad/protección/trabajo.	UNEEN344/ A1	20-10-97	AENOR	07-11-97
<input type="checkbox"/> Especificaciones calzado seguridad uso profesional.	UNEEN345/ A1	20-10-97	AENOR	07-11-97
<input type="checkbox"/> Especificaciones calzado protección uso profesional.	UNEEN346/ A1	20-10-97	AENOR	07-11-97
<input type="checkbox"/> Especificaciones calzado trabajo uso profesional.	UNEEN347/ A1	20-10-97	AENOR	07-11-97

### INSTALACIONES Y EQUIPOS DE OBRA

<input type="checkbox"/> Disp. min. de seg. y salud para utilización de los equipos de trabajo (transposición Directiva 89/656/CEE).	RD 1215/97	18-07-97	M.Trab.	18-07-97
<input type="checkbox"/> MIE-BT-028 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión	Orden	31-10-73	MI 27	31-12-73
<input type="checkbox"/> ITC MIE-AEM 3 Carretillas automotoras de manutención.	Orden	26-05-89	MIE	09-06-89
<input type="checkbox"/> Reglamento de aparatos elevadores para obras.	Orden	23-05-77	MI	14-06-77
	--	--	--	18-07-77



Corrección de errores.	Orden	07-03-81	MIE	14-03-81
Modificación.	Orden	16-11-81	--	--
Modificación.				
[ ] Reglamento Seguridad en las Máquinas.	RD 1495/86	23-05-86	P.Gob.	21-07-86
Corrección de errores.	--	--	--	04-10-86
Modificación.	RD 590/89	19-05-89	M.R.Cor.	19-05-89
Modificaciones en la ITC MSG-SM-1.	Orden	08-04-91	M.R.Cor.	11-04-91
Modificación (Adaptación a directivas de la CEE).	RD 830/91	24-05-91	M.R.Cor.	31-05-91
Regulación potencia acústica de maquinarias. (Directiva 84/532/CEE).	RD 245/89	27-02-89	MIE	11-03-89
Ampliación y nuevas especificaciones.	RD 71/92	31-01-92	MIE	06-02-92
[ ] Requisitos de seguridad y salud en máquinas. (Directiva 89/392/CEE).	RD 1435/92	27-11-92	MRCor.	11-12-92
[ ] ITC-MIE-AEM2. Grúas-Torre desmontables para obra.	Orden	28-06-88	MIE	07-07-88
Corrección de errores, Orden 28-06-88	--	--	--	05-10-88
[ ] ITC-MIE-AEM4. Grúas móviles autopropulsadas usadas	RD 2370/96	18-11-96	MIE	24-12-96

## **11. PLANIFICACIÓN.**

La planificación de la ejecución del proyecto se ha desarrollado mediante la utilización del diagrama de Gantt, teniendo en cuenta las actividades a realizar, su durabilidad y su presupuesto. En la Ilustración 12 se presentan los resultados obtenidos tras el análisis de cada una de las actividades:

## **11. PLANIFICACIÓN.**

La planificación de la ejecución del proyecto se ha desarrollado mediante la utilización del diagrama de Gantt, teniendo en cuenta las actividades a realizar, su durabilidad y su presupuesto. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se presentan los resultados obtenidos tras el análisis de cada una de las actividades:

**PROGRAMA GRAFICO MENSUAL**

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Nº Meses
ACTIVIDAD													
ACTUACIONES PREVIAS	X	X											1/2
ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	X	X	X										1
CIMENTACIONES	X	X	X										1
ESTRUCTURAS	X	X	X	X									2
FACHADAS			X	X	X								2
PARTICIONES			X	X	X	X							2
INSTALACIONES			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	6 1/2
AISLAMIENTOS			X	X	X	X							1
CUBIERTAS			X	X	X	X							1 1/2
REVISTIMIENTOS			X	X	X	X							3
SEÑALIZACIÓN Y EQUIPAMIENTO													1/2
MAQUINARIA													3
GESTION DE RESIDUOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	12
CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	12
SEGURIDAD Y SALUD	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	12
EQUIPAMIENTO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	12

**PROGRAMA ECONOMICO MENSUAL (En us\$. de Euros)**

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Suma
ACTIVIDAD													
ACTUACIONES PREVIAS	25.872,60												25.872,60
ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	21.536,58	21.536,58											43.073,15
CIMENTACIONES	6.864,23	6.864,23											13.728,45
ESTRUCTURAS		50.105,68	50.105,68										100.211,36
FACHADAS		17.821,57	35.643,14	17.821,57									71.286,27
PARTICIONES			22.043,54	22.043,54									44.087,08
INSTALACIONES				12.029,17	24.058,35	24.058,35	24.058,35	24.058,35	24.058,35	24.058,35	24.058,35	24.058,35	156.379,27
AISLAMIENTOS				6.203,92									6.203,92
CUBIERTAS			28.054,78	56.109,55									84.164,33
REVISTIMIENTOS						4.712,95	9.425,90	4.712,95			9.425,90		28.277,69
SEÑALIZACIÓN Y EQUIPAMIENTO												2.387,62	2.387,62
MAQUINARIA									267.410,00	267.410,00	267.410,00	267.410,00	802.230,00
GESTION DE RESIDUOS	95,97	95,97	95,97	95,97	95,97	95,97	95,97	95,97	95,97	95,97	95,97	95,97	1.151,58
CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS	580,36	580,36	580,36	580,36	580,36	580,36	580,36	580,36	580,36	580,36	580,36	580,36	6.964,37
SEGURIDAD Y SALUD	1.304,45	1.304,45	1.304,45	1.304,45	1.304,45	1.304,45	1.304,45	1.304,45	1.304,45	1.304,45	1.304,45	1.304,45	15.653,43
EQUIPAMIENTO													125.000,00
TOTAL MENSUAL PEM	56.254,18	80.487,26	97.962,81	99.937,39	41.845,89	40.766,44	35.465,03	30.752,08	26.039,13	293.449,13	302.875,03	420.836,75	1.526.671,12
TOTAL ORIGEN PEM	56.254,18	136.741,44	234.704,25	334.641,64	376.487,53	417.253,97	452.719,00	483.471,08	509.510,21	802.959,34	1.105.834,37	1.526.671,12	1.526.671,12
TOTAL ORIGEN PG	88.487,83	215.094,29	369.189,78	526.391,30	592.214,88	656.340,50	712.126,99	760.500,01	801.459,56	1.263.053,04	1.739.477,46	2.401.453,67	2.401.453,67

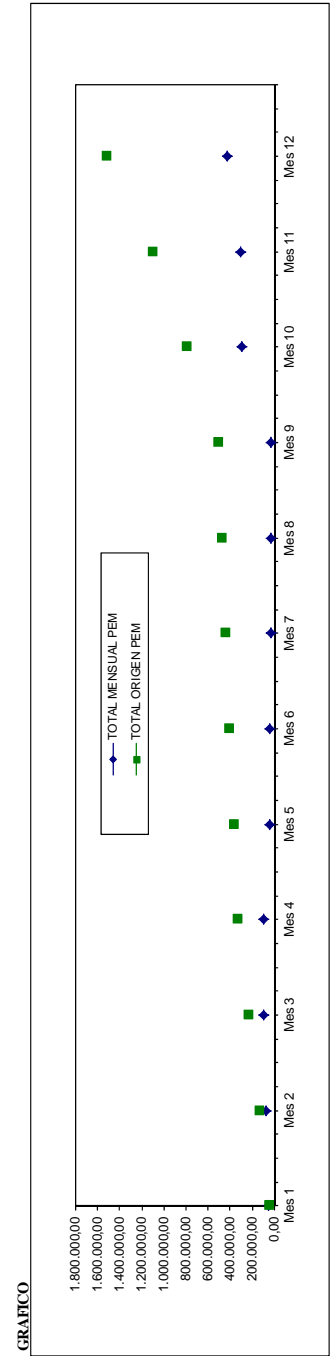


Ilustración 12. Programa de desarrollo de los trabajos. Planificación.

## **12. ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS.**

El orden de prioridad establecido en este proyecto es el orden convencional:

1° Planos

2° Pliego de condiciones

3° Presupuesto

4° Memoria



---

## DOCUMENTO II. ANEXOS

---

*PLANTA PILOTO PARA EL DESARROLLO*

*DE SOPORTES VITROCERÁMICOS*

AUTORA  
Dra. Ester Barrachina Albert

DIRECTORES  
Prof. Dr. Arnaldo Moreno Berto  
Prof. Dr. Juan B. Carda Castelló

Castellón, Septiembre de 2014



## Índice

<b>1. CÁLCULOS DE LA DENSIDAD DEL MATERIAL.</b>	<b>5</b>
1.1. Cálculo de la densidad a temperatura ambiente.	5
1.2. Cálculo de la densidad a temperaturas elevadas.	6
<b>2. CÁLCULOS RELATIVOS AL HORNO DE FUSIÓN.</b>	<b>8</b>
2.1. Método de las jerarquías analíticas para la elección del horno de fusión.	8
2.2. Cálculo de la carga máxima del horno de fusión.	10
2.3. Estimación del tiempo de acondicionamiento térmico en el horno de fusión.	11
2.4. Estimación de la composición química de los gases emitidos por el horno de fusión.	15
2.5. Estimación de caudal de aire frío de dilución para enfriar los gases emitidos por el horno de fusión.	17
2.6. Estimación de las dimensiones del Venturi necesario.	20
<b>3. CÁLCULOS RELATIVOS A LA LAMINADORA.</b>	<b>26</b>
3.1. Estimación del número de láminas conformadas según dimensiones.	26
3.2. Estimación de la velocidad de conformado según velocidad de enfriamiento de las láminas.	27
<b>4. CÁLCULOS RELATIVOS AL HORNO DE RECOCIDO.</b>	<b>28</b>
4.1. Estimación de las dimensiones del horno de recocido.	28
4.2. Estimación de la curva del horno de recocido.	29
<b>5. CÁLCULOS RELATIVOS A LA CORTADORA POR CHORRO DE AGUA.</b>	<b>32</b>
5.1. Estimación de la cantidad de agua adsorbida por las piezas cortadas.	32
5.2. Estimación de la velocidad de la cortadora.	33
<b>6. CÁLCULOS RELATIVOS A LAS BOQUILLAS DE SOPLADO DE AIRE A PRESIÓN.</b>	<b>34</b>
6.1. Estimación de la cantidad de agua eliminada por las boquillas sopladoras.	34
6.2. Estimación de la presión de aire comprimido.	34



<b>7. CÁLCULOS RELATIVOS AL SECADERO CONTINUO.</b>	<b>35</b>
7.1. Estimación de las dimensiones del secadero.	35
7.2. Estimación de la cantidad de agua a secar en el secadero.	36
7.3. Estimación de la cantidad de calor necesario para evaporar el agua.	37
<b>8. CÁLCULOS RELATIVOS AL HORNO DE CRISTALIZACIÓN.</b>	<b>38</b>
8.1. Estimación de las dimensiones del horno de cristalización.	38
8.2. Estimación de la curva correspondiente al ciclo de cocción del horno.	38
<b>9. JUSTIFICACION DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.</b>	<b>39</b>
<b>10. CÁLCULOS RELATIVOS AL ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA.</b>	<b>40</b>
10.1. Planning de un día laboral en la planta piloto a máxima producción.	40
10.2. Estimación de la amortización en función de los años.	41
10.3. Estimación del coste de energía eléctrica por kg de materia prima seca.	42
10.4. Estimación del presupuesto de explotación.	43
<b>11. RELACIÓN DE MAQUINARIA CON CATÁLOGOS.</b>	<b>48</b>
<b>12. REFERENCIAS.</b>	<b>61</b>

## 1. CÁLCULOS DE LA DENSIDAD DEL MATERIAL.

### 1.1. Cálculo de la densidad a temperatura ambiente.

Para el cálculo de la densidad del material, se ha partido de un sencillo experimento en laboratorio con un soporte vitrocerámico para encimeras de cocina (sistema  $\text{Li}_2\text{O}\cdot\text{SiO}_2\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ ) suministrado por la compañía Schott.

A partir de la medida del volumen mediante un pie de rey y de la masa del soporte con una balanza, se ha calculado su densidad aproximada a temperatura ambiente, obteniendo los resultados que se muestran en la Tabla 1 y que coinciden con la bibliografía [1]:

**Tabla 1. Densidad del soporte vitrocerámico para encimera de cocina a temperatura ambiente.**

Masa (kg)	Volumen ( $\text{m}^3$ )	Densidad ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
0.823	$3.622 \cdot 10^{-4}$	2272

Ahora bien, como en este proyecto se han hecho los cálculos a partir de una composición de residuos con el sistema  $\text{CaO}\text{-}\text{Al}_2\text{O}_3\text{-}\text{SiO}_2$ , se va a tomar la densidad a temperatura ambiente de este tipo de vidrio indicada en la bibliografía, que se aproxima a **2500  $\text{kg}/\text{m}^3$** .

## 1.2. Cálculo de la densidad a temperaturas elevadas.

Por otra parte, la densidad del vidrio disminuye de forma inversamente proporcional al coeficiente de dilatación térmica  $\alpha$  y al incremento de temperatura  $\Delta T$ , de acuerdo con la fórmula (0):

$$\rho = \rho_0 \cdot \frac{1}{1+3 \cdot \alpha \cdot \Delta T} \quad (0)$$

Así, la densidad aumenta con el grado de relajación del vidrio (proceso de recocido) hasta que éste alcanza el equilibrio metaestable al que corresponde un valor constante a temperatura ambiente.

El coeficiente de dilatación térmica del vidrio se ha obtenido experimentalmente y se ha tomado el valor más desfavorable entre 500°C-650°C, que es del orden de  $30 \cdot 10^{-6}$  1/K. Así, sustituyendo los valores en la ecuación (0) se obtiene:

$$\rho = 2500 \cdot \frac{1}{1+3 \cdot 30 \cdot 10^{-6} \cdot (1500-25)}$$

$$\rho = 2207 \text{ kg/m}^3 \text{ para el vidrio fundido a } 1500^\circ\text{C}$$

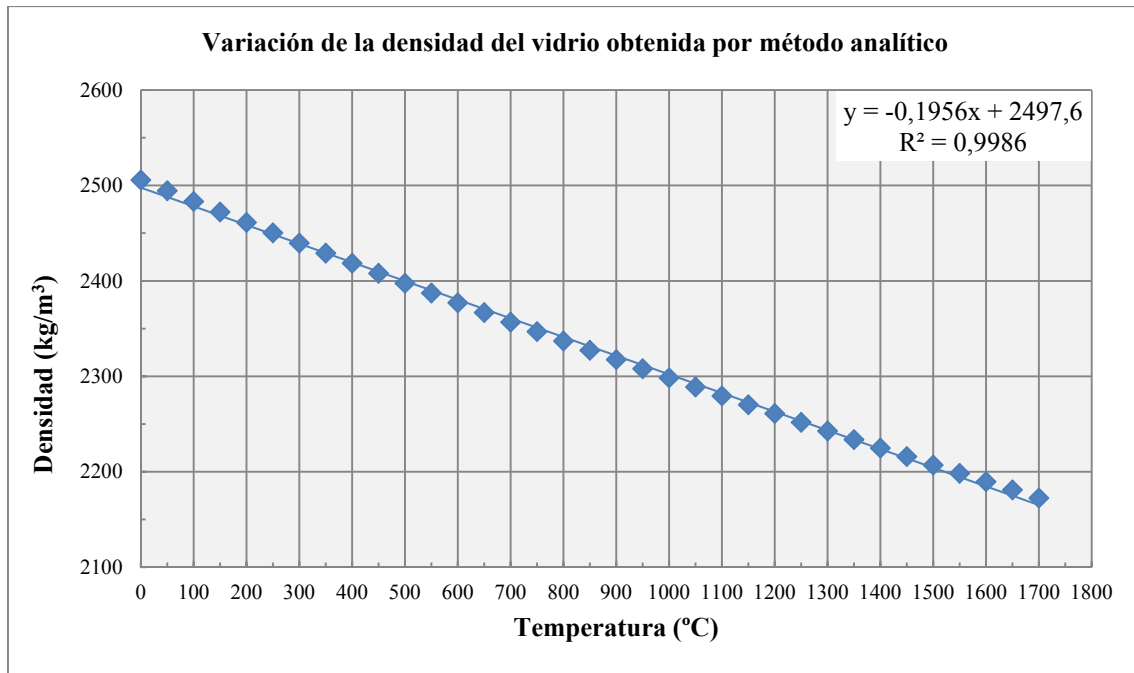
Si se van dando valores a la temperatura del vidrio fundido, se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 2:

**Tabla 2. Relación de valores de densidad en función de la temperatura.**

T (°C)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )
1700	2172
1600	2190
1500	2207
1400	2225
1300	2243
1200	2261
1100	2280
1000	2298

En la

Ilustración 1 se representan gráficamente todos los valores, desde temperatura ambiente:



**Ilustración 1. Variación de la densidad del vidrio con la temperatura.**

## 2. CÁLCULOS RELATIVOS AL HORNO DE FUSIÓN.

### 2.1. Método de las jerarquías analíticas para la elección del horno de fusión.

Para seleccionar el tipo de horno de fusión, se ha utilizado el método de las jerarquías analíticas, conforme se detalla a continuación en la Tabla 3, Tabla 4, Tabla 5, Tabla 6 y Tabla 7:

**Tabla 3. Coeficientes utilizados en el método de jerarquías analíticas.**

Método de las jerarquías analíticas.						
Importancia	1	3	5	7	9	2,4,6,8
Dominancia	Igual	Débil	Fuerte	Demostrada	Absoluta	Intermedios

**Tabla 4. Descripción de los 3 hornos de fusión candidatos.**

Horno	Descripción
1	Horno de obra civil construido con refractarios que resistan térmicamente a 1700°C y calentado por quemadores.
2	Horno metálico revestido de refractarios que resistan térmicamente a 1700°C y calentado por quemadores.
3	Horno metálico revestido de refractarios que resistan térmicamente a 1700°C y que funcione por arco eléctrico.

**Tabla 5. Valores de los parámetros a considerar para cada horno.**

Horno	Coste (€)	T <sub>máx. trabajo</sub> (°C)	Tipo energía calefactora	Material refractario
1	150000	1700	Quemadores gas	Cerámico
2	175000	1600	Quemadores gas	Cerámico
3	90000	2000	Arco eléctrico	Electrofundido

**Tabla 6. Relación entre los parámetros considerados para la selección del horno de fusión.**

	Coste (€)	T <sub>máx. trabajo</sub> (°C)	Tipo energía calefactora	Material refractario	Pesos normalizados (W <sub>i</sub> )
<b>Coste (€)</b>	1	1/7	5	3	0.18
<b>T<sub>máx. trabajo</sub> (°C)</b>	7	1	9	7	0.67
<b>Tipo energía calefactora</b>	1/5	1/9	1	1/7	0.03
<b>Material refractario</b>	1/3	1/7	7	1	0.11

**Tabla 7. Valoración resultante para cada horno según el método de jerarquías analíticas.**

W <sub>i</sub> (%)	18.0	67.5	3,5	11.0	
Horno	Coste (€)	T <sub>máx. trabajo</sub> (°C)	Tipo energía calefactora	Material refractario	Valoración (%)
1	0.1	0.9	0.5	0.5	67
2	0.0	0.8	0.5	0.5	61
3	0.5	1.0	1.0	1.0	91

Se elige el **horno de arco eléctrico** (horno 3) porque es el que está mejor valorado (91%), según el método de jerarquías analíticas utilizado.

## 2.2. Cálculo de la carga máxima del horno de fusión.

En la Tabla 8 se indican las características dimensionales del horno de fusión por arco eléctrico en forma de vaso:

**Tabla 8. Cálculo de la carga máxima del horno de fusión.**

Altura total (m)	1.0
Diámetro total (m)	0.8
Espesor del refractario (tipo grafito)	0.1

Para el cálculo del volumen libre del horno se descuenta el espesor del refractario para hallar la altura y diámetro libres del horno, obteniéndose que el horno presenta un volumen libre de  $0.23 \text{ m}^3$ , según se muestra en la Tabla 9:

**Tabla 9. Dimensiones libres del horno de fusión.**

Altura libre (m)	0.8
Diámetro libre (m)	0.6
Volumen libre ( $\text{m}^3$ )	0.23

Sin embargo, igual que en una crisolera de laboratorio el crisol se llena a un máximo de  $2/3$  de la altura, en este caso, se llenará por seguridad al 60%, por lo que el volumen máximo aparente que ocupará la mezcla de materias primas será de  $0.14 \text{ m}^3$ .

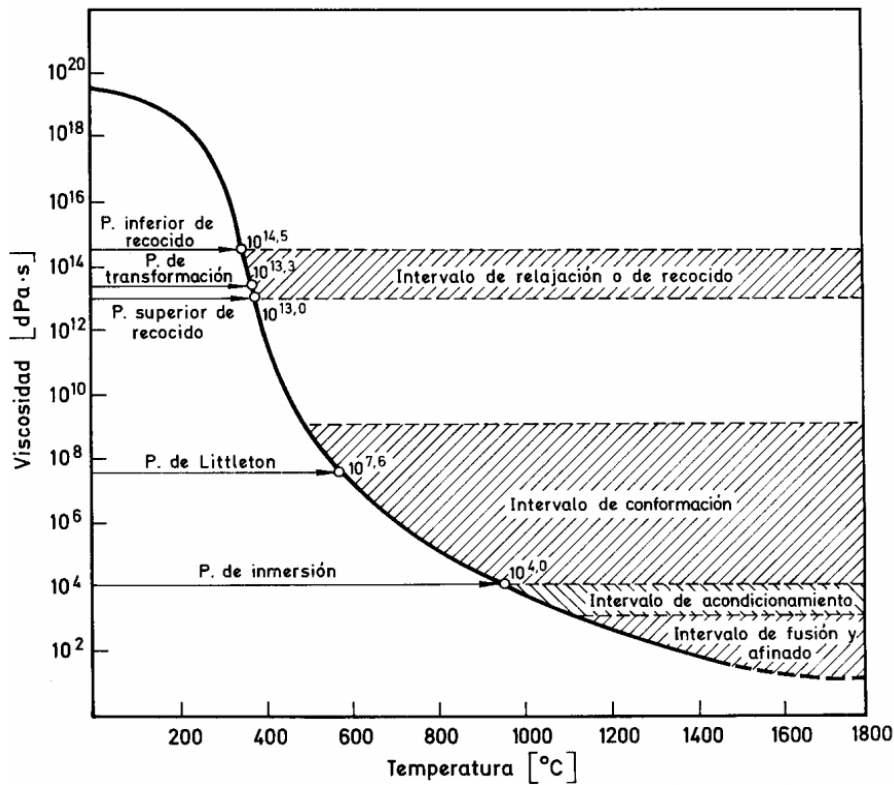
Para el cálculo de la masa de las materias primas hay que tener en cuenta el factor de compacidad, puesto que el empaquetamiento del material en grano, en el interior del vaso del horno, no va a ser perfecto. Según la bibliografía [2], se va a tener en cuenta un factor de compacidad del 74%. Así, la carga real del horno máxima al 60% será de 221 kg de la mezcla de materias primas, considerando una densidad de las materias primas de  $2200 \text{ kg/m}^3$  y obteniendo un volumen real de la materia prima de  $0.10 \text{ m}^3$ , mostrado en la Tabla 10.

**Tabla 10. Carga máxima del horno de fusión.**

Volumen máximo aparente ( $\text{m}^3$ )	0.14
Volumen real máximo ( $\text{m}^3$ )	0.10
Densidad media materia prima ( $\text{kg/m}^3$ )	2200
<b>Carga máxima del horno (kg)</b>	<b>221</b>

### 2.3. Estimación del tiempo de acondicionamiento térmico en el horno de fusión.

En la Ilustración 2 se observa que el período de acondicionamiento térmico de un vidrio oscila entre 1140°C y 940 °C.



**Ilustración 2. Curva característica de viscosidad-temperatura con indicación de los principales puntos fijos e intervalos de viscosidad [1].**

Para calcular el tiempo de enfriamiento de la masa de vidrio fundida del interior del horno de fusión, se va a suponer el caso más desfavorable en que el fundido ocupa todo el volumen libre del horno de fusión, es decir, 0.23 m<sup>3</sup> con una profundidad de 0.8 m.

En primer lugar, se va a considerar que la masa de vidrio fundido de forma cilíndrica, en el interior del horno de fusión, es una lámina infinita de 0.8 m de espesor, completamente aislada por los laterales, con una única cara de transporte unidireccional de calor a través de la cara superior. Según esto, se calcula del módulo adimensional de



Biot con los parámetros mostrados en la Tabla 11, de modo que consideramos este módulo adimensional como infinito, al dar un valor superior a 1.

**Tabla 11. Parámetros relacionados con el transporte de flujo de calor.**

Parámetro	Valor
h = Coeficiente individual de transmisión de calor del aire	10 W/m <sup>2</sup> K
k = Conductividad térmica del vidrio	1.2 W/m K
α = Difusividad térmica del vidrio	6 · 10 <sup>-7</sup> m <sup>2</sup> /s
L = Espesor de la lámina / 2	0.4 m
Bi = Número adimensional de Biot (h · L/k)	10 · 0.4 / 1.2 = 10/3 → Bi = ∞

Por otra parte, suponiendo que la temperatura inicial del vidrio fundido es de 1700°C y se quiere enfriar hasta que alcance 1140°C en la superficie, se tendrá lo siguiente:

$$\frac{\Delta T}{\Delta T_{\text{máx}}} = \frac{T_{\text{deseada en fundido}} - T_{\text{aire}}}{T_{\text{fundido inicial}} - T_{\text{aire}}} = \frac{1140 - 25}{1700 - 25} = 0.67$$

Con este dato, utilizando la Ilustración 3 que muestra la distribución de la temperatura en el interior y en la superficie de una lámina en función del tiempo, utilizando módulos adimensionales, se obtiene un valor para el módulo adimensional de Fourier, Fo = 0.006.

$$Fo = \frac{\alpha \cdot t}{L^2} \Rightarrow t = \frac{Fo \cdot L^2}{\alpha} = \frac{0.006 \cdot 0.4^2}{6 \cdot 10^{-7}} = 1600s = 27 \text{ minutos}$$

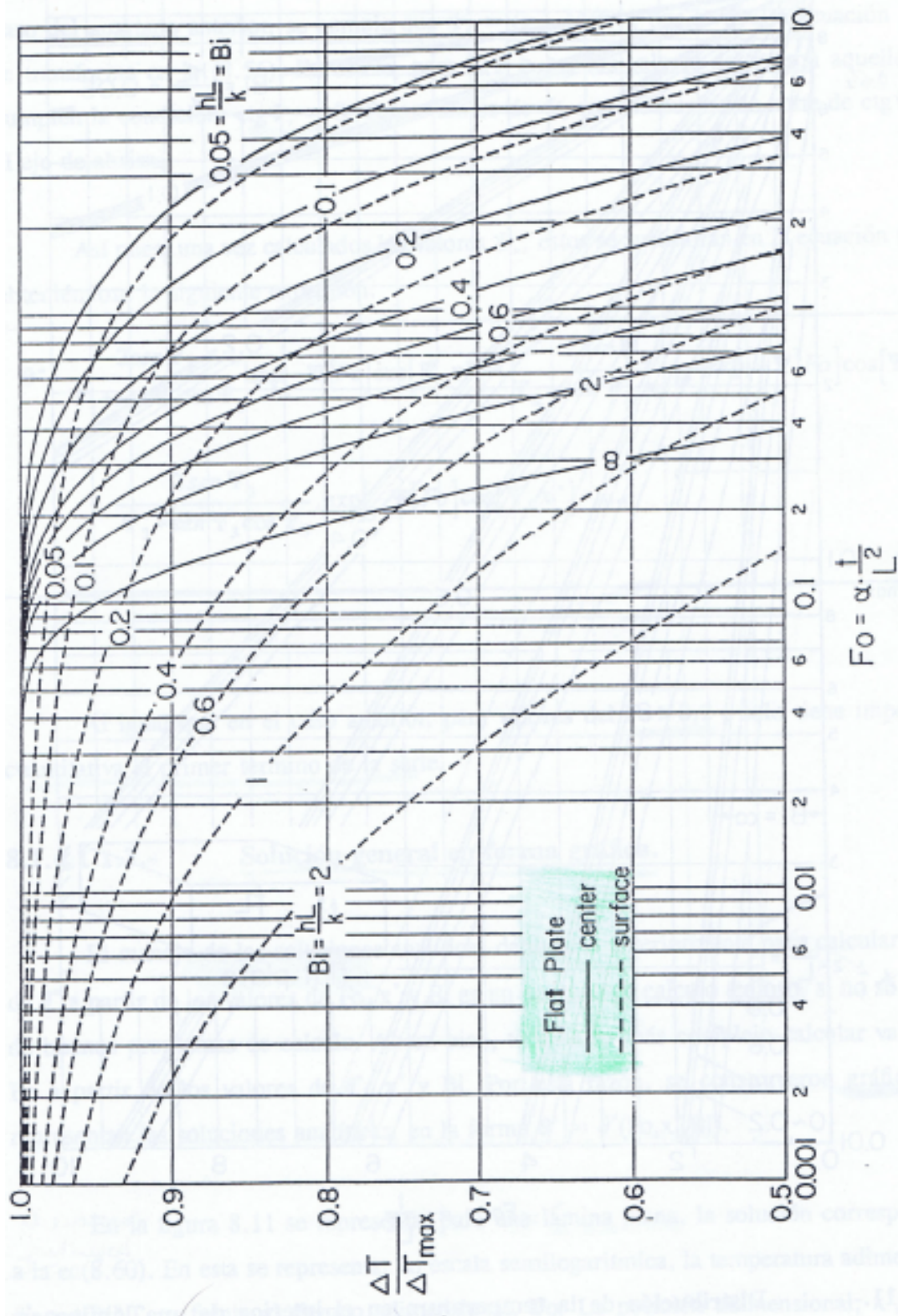


Ilustración 3. Distribución de temperaturas en un sólido laminar en función de módulos adimensionales.

En consecuencia, la etapa de fusión habrá de acondicionarse térmicamente durante una media hora hasta que el fundido alcance en la superficie unos 1140°C. Así, cuando se vacíe, se mezclará toda la masa, cuyo interior estará a mayor temperatura y la temperatura media de mezcla sea adecuada. Durante el vaciado, el fundido entrará en contacto con el aire ambiente y se producirá un enfriamiento rápido de toda la masa (<30 min). Se esperará el tiempo necesario (<30 min) para que se atempere la masa depositada sobre la bandeja de alimentación a la laminadora, de manera que, cuando alcance la laminadora, la temperatura del fundido se aproxime a los 1000°C, temperatura óptima para la operación de conformado, según la Ilustración 2 y la experiencia de haber trabajado con una crisolera de laboratorio.

El control de la temperatura de la masa fundida sobre la bandeja previa a la laminadora se realizará mediante un pirómetro portátil de elevada temperatura.

Sin embargo, estos datos se han sacado a partir de aproximaciones y se deberán comprobar para cada una de las composiciones a fundir.

#### **2.4. Estimación de la composición química de los gases emitidos por el horno de fusión.**

Para la estimación de la composición química aproximada de los gases emitidos, se ha considerado una formulación para la fabricación de material vitrocerámico en el sistema CaO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> basado en la incorporación de residuos como se especifica en la Tabla 12, por ser una composición con una elevada pérdida por calcinación:

**Tabla 12. Formulación basada en residuos industriales.**

Material	Porcentaje en peso
Vidrio reciclado	50
Cenizas y escoria	30
Carbonatos	20

A continuación, se indican los productos generados tras la calcinación en la Tabla 13, donde se considera que la descomposición de la materia orgánica del tipo C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>O<sub>z</sub> presenta un 70.8% de CO<sub>2</sub> en peso y un 29.2% de H<sub>2</sub>O en peso. Además, se considera una carga del horno de 221 kg, conforme se ha calculado en el apartado anterior. También se ha estimado un porcentaje de materia orgánica de 10% en el vidrio reciclado y un 5% de materia orgánica que haya quedado sin reaccionar.

**Tabla 13. Relación de los productos de calcinación de cada materia prima según la composición elegida.**

Material	Porcentaje en peso	Masa (kg)	% Materia orgánica	Materia orgánica (kg)	Masa CO <sub>2</sub> (kg)	Masa H <sub>2</sub> O (kg)
Vidrio reciclado	50	110	10	11.0	7.8	3.2
Cenizas y escoria	30	66	5	3.3	2.3	1.0
Carbonatos	20	44	-	-	21.2	-
Humedad residual	5	11	-	-	-	11.0
TOTAL	-	-	-	-	31.3	15.2
TOTAL					46.5	
PPC (%)					21.1	

Por otra parte, se estima que aparte de los productos de calcinación obtenidos, el horno también emitirá el aire contenido en el volumen libre del vaso del horno cuando éste está a 60% de volumen aparente. Por tanto, el volumen de aire contenido en el horno en carga al 60% será la diferencia entre el volumen total libre y el volumen real de la carga, es decir, 0.13 m<sup>3</sup>.

Si calculamos la densidad del aire a temperatura ambiente, utilizando la fórmula de los gases ideales, se obtiene un valor de  $1.17 \text{ kg/m}^3$ .

$$\rho_{\text{aire},25^{\circ}\text{C}} = \frac{P \cdot PM}{R \cdot T} = \frac{1 \cdot 10^5 \cdot 28.9}{8314 \cdot 298} = 1.17 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Considerando una densidad del aire a temperatura ambiente de  $1.17 \text{ kg/m}^3$ , se tiene una masa de aire retenido en la cavidad del horno en carga de  $0.152 \text{ kg}$  de aire.

En total, se emitirán unos  $50 \text{ kg}$  de gases calientes /h, suponiendo que la operación de fundido dura  $60$  minutos.

En consecuencia, la composición de los gases emitidos por el horno de fusión será la indicada en la Tabla 14:

**Tabla 14. Composición estimada de los gases emitidos por el horno de fusión.**

Producto	Masa (kg)	% Masa	$x_i$
CO <sub>2</sub>	31.3	67.0	0.670
H <sub>2</sub> O	15.2	32.5	0.325
AIRE	0.2	0.5	0.005
<b>Total</b>	<b>46.7</b>	<b>100</b>	<b>1</b>

Para aplicar la ecuación de los gases ideales, se calcula la masa molecular media según la composición de los gases (Tabla 14):

$$PM_{\text{medio}} = x_{\text{CO}_2} \cdot PM_{\text{CO}_2} + x_{\text{H}_2\text{O}} \cdot PM_{\text{H}_2\text{O}} + x_{\text{aire}} \cdot PM_{\text{aire}}$$

$$PM_{\text{medio}} = \frac{67}{100} \cdot 44 + \frac{32.5}{100} \cdot 18 + \frac{0.5}{100} \cdot 28.9$$

$$PM_{\text{medio}} = 35.5 \text{ kg/kmol}$$

$$Q_c = \frac{F \cdot R \cdot T}{P} = \frac{50}{35.5} \cdot 8314 \cdot (1700 + 273) / 10^5 = 231 \text{ m}^3/\text{h}$$

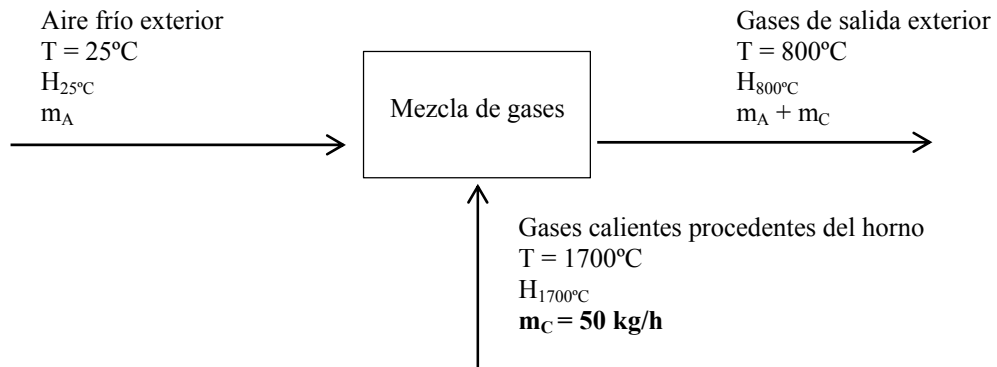
$$Q_c = \frac{F \cdot R \cdot T}{P} = \frac{50}{35.5} \cdot 8314 \cdot (273) / 10^5 = 32 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

## **2.5. Estimación de caudal de aire frío de dilución para enfriar los gases emitidos por el horno de fusión.**

Con el fin de sobredimensionar el sistema, se va a considerar que los gases emitidos por el horno de fusión alcanzan los 1700°C, aunque muy probablemente se queden muy por debajo, quizá incluso por debajo de 1000°C.

En cuanto al filtro cerámico, se va a considerar que opera a 800°C, 100°C menos que su máxima temperatura de funcionamiento, con el propósito de prolongar su vida útil.

El diagrama que representa el balance másico y energético que se va a realizar se indica en Ilustración 4:



**Ilustración 4. Esquema de la dilución de los gases calientes.**

Según el esquema, el balance de materia queda de la siguiente forma:

$$m_A + m_C = m_{A+C(800^\circ C)} \quad (1)$$

El balance de energía se expresa como:

$$m_A \cdot H_{A,25^\circ C} + m_C \cdot H_{C,1700^\circ C} = m_A \cdot H_{A,800^\circ C} + m_C \cdot H_{C,800^\circ C} \quad (2)$$

$$m_C \cdot (H_{C,1700^\circ C} - H_{C,800^\circ C}) = m_A \cdot (H_{A,800^\circ C} - H_{A,25^\circ C}) \quad (3)$$

$$m_A = \frac{m_C \cdot (H_{C,1700^\circ C} - H_{C,800^\circ C})}{(H_{A,800^\circ C} - H_{A,25^\circ C})} \quad (4)$$

$$m_A = \frac{m_C \cdot [C_{P_C,1700^\circ C} \cdot (1700 + 273) - C_{P_C,800^\circ C} \cdot (800 + 273)]}{C_{P_A,800^\circ C} \cdot (800 + 273) - C_{P_A,25^\circ C} \cdot (25 + 273)} \quad (5)$$

La Tabla 15 recoge la relación de calores específicos a presión constante [3]:

**Tabla 15. Calores específicos a presión constante.**

		AIRE	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O
T (°C)	T (K)	C <sub>p</sub> (J/kg·K)	C <sub>p</sub> (J/kg·K)	C <sub>p</sub> (J/kg·K)
25	298	1006	-	1864
800	1073	1162	1260	2356
1700	1973	1254	1378	2789

Sustituyendo los calores específicos a presión constante y teniendo en cuenta la fracción en peso de cada producto (Tabla 14), se obtiene una masa de aire frío de dilución de 100 kg/h.

$$m_A = \frac{50 \cdot \left[ \frac{0.5}{100} \cdot (1254 \cdot 1973 - 1162 \cdot 1073) + \frac{67}{100} \cdot (1378 \cdot 1973 - 1260 \cdot 1073) \right] + \frac{32.5}{100} \cdot (2789 \cdot 1973 - 2356 \cdot 1073)}{1162 \cdot 1073 - 1006 \cdot 298}$$

$$m_A = 100 \text{ kg aire frío/h}$$

Por tanto, con la ecuación de los gases ideales se calcula el caudal volumétrico del aire frío:

$$Q_A = \frac{F \cdot R \cdot T}{P} = \frac{100}{28.9} \cdot 8314 \cdot (25 + 273) = 86 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_A = \frac{F \cdot R \cdot T}{P} = \frac{100}{35.5} \cdot 8314 \cdot (273) = 79 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

Sustituyendo en el balance de materia (1), el caudal másico total de los gases a depurar será de **150 kg/h** de horno de fusión.

Para hallar el caudal volumétrico del total de gases a depurar necesitamos hallar la composición de la mezcla de gases diluida:

**Tabla 16. Composición de la mezcla de gases diluida.**

Producto	Masa (kg)	% Masa	$x_i$
CO <sub>2</sub>	31.3	21.3	0.213
H <sub>2</sub> O	15.2	10.4	0.104
AIRE	100.2	68.3	0.683
<b>Total</b>	<b>146.7</b>	<b>100</b>	<b>1</b>

$$PM_{medio} = x_{CO_2} \cdot PM_{CO_2} + x_{H_2O} \cdot PM_{H_2O} + x_{aire} \cdot PM_{aire}$$

$$PM_{medio} = 0.213 \cdot 44 + 0.104 \cdot 18 + 0.683 \cdot 28.9$$

$$PM_{medio} = 31 \text{ kg/kmol}$$

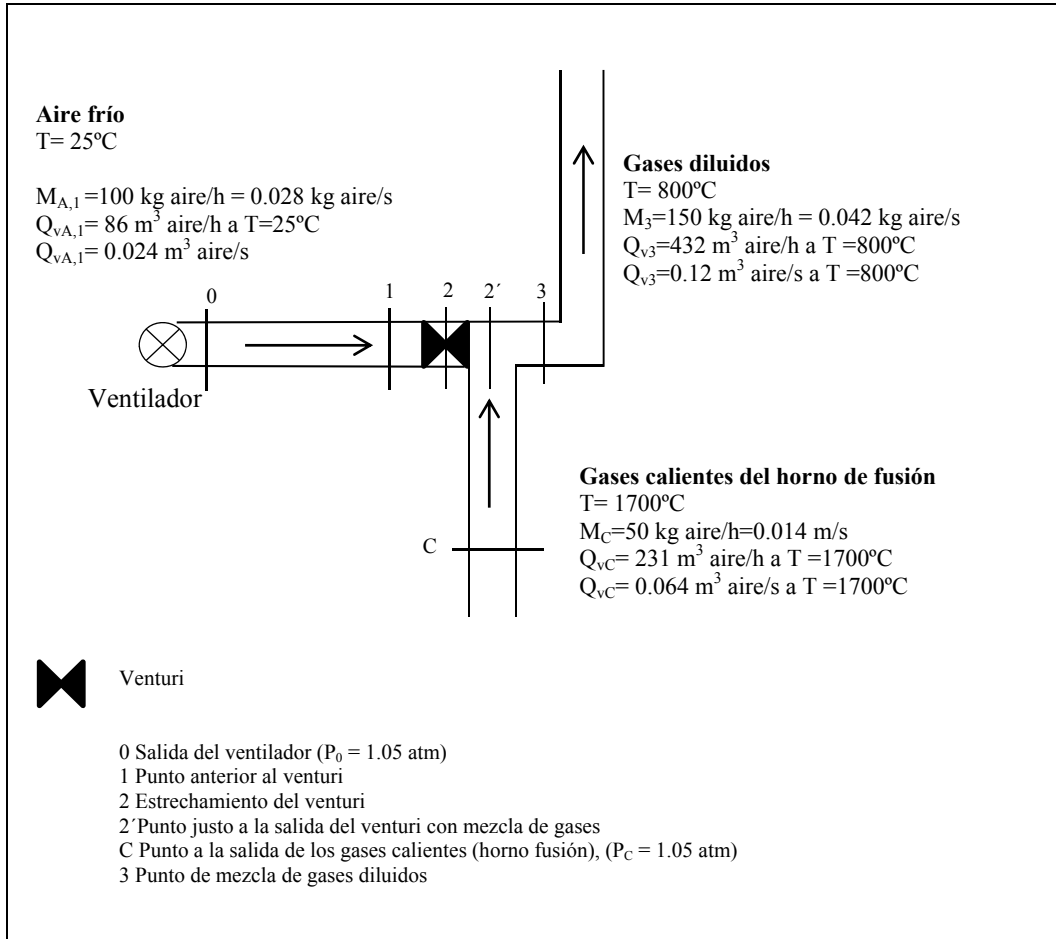
$$Q_{C+A} = \frac{F \cdot R \cdot T}{P} = \frac{150}{31} \cdot 8314 \cdot (800 + 273) = 432 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{C+A} = \frac{F \cdot R \cdot T}{P} = \frac{150}{31} \cdot 8314 \cdot 273 = 111 \text{ Nm}^3/\text{h}$$



## 2.6. Estimación de las dimensiones del Venturi necesario.

El esquema que representa el proceso de dilución se indica en la Ilustración 5:



**Ilustración 5. Esquema para el cálculo de las dimensiones del Venturi.**

### TRAMO 0-1

En primer lugar, se calculará la presión en el punto 1, mediante el balance de energía mecánica (BEM) entre los puntos 0 y 1. Para ello, hay que hallar el gasto másico en el punto 1 y el factor de fricción  $f$ , a partir del número de Reynolds y la ecuación de Karman para tubos lisos:

$$\frac{PM \text{ aire}}{2 \cdot Z \cdot R \cdot T} \cdot (P_0^2 - P_1^2) = 2 \cdot f \cdot G^2 \cdot \frac{L}{D} + \frac{G^2}{\alpha} \cdot \ln \frac{P_0}{P_1}$$

$$G_1 = \frac{4 \cdot M_1}{\pi \cdot D_1^2} = \frac{4 \cdot 0.028}{\pi \cdot 0.15^2} = 1.58 \frac{kg}{s \cdot m^2}$$

$$v_1 = \frac{Q_{v,1}}{S_1} = \frac{4 \cdot 0.024}{\pi \cdot 0.15^2} = 1.36 \frac{m}{s} \ll \frac{35 m}{s} \Rightarrow \text{Aproximación de Weymouth}$$

Con la aproximación de Weymouth, simplificamos el balance de energía mecánica, eliminando el término del logaritmo neperiano:

$$P_1^2 = P_0^2 - 2 \cdot f \cdot G^2 \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{2 \cdot Z \cdot R \cdot T}{PM \text{ aire}}$$

$$P_1 = \sqrt{P_0^2 - 2 \cdot f \cdot G^2 \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{2 \cdot Z \cdot R \cdot T}{PM \text{ aire}}}$$

$$Re = \frac{G_1 \cdot D_1}{\mu_1} = \frac{1.58 \cdot 0.15}{1.95 \cdot 10^{-5}} = 12188 \Rightarrow \text{Régimen turbulento}$$

Cálculo del factor de fricción mediante la ecuación de Karman:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 4.06 \log(Re\sqrt{f}) - 0.6$$

Para resolverlo iteramos, dando valores a un lado y otro de la igualdad para que ésta se cumpla:

$f$	$\sqrt{f}$	$\frac{1}{\sqrt{f}}$	$4.06 \log(Re\sqrt{f}) - 0.6$
1	1	1	16.0
0.0500	0.22	4.5	13.3
0.0040	0.06	15.8	11.1
0.0050	0.07	14	11.3
<b>0.0075</b>	<b>0.09</b>	<b>11.7</b>	<b>11.7</b>

El factor de fricción obtenido es  $f = 0.0075$ .

En la Tabla 17 aparecen el resto de valores supuestos en el balance de energía mecánica correspondiente a la tubería de aire frío.

**Tabla 17. Valores supuestos en el tramo 0-1 de la tubería de aire frío.**

VALORES SUPUESTOS	
$Z = 1$	Factor de compresibilidad para gases. Si se consideran ideales
$P_0 = 1.05 \text{ atm} = 106391.25 \text{ Pa}$	Presión a la salida del ventilador.
$\alpha = 1$	Para gases.
$D_1 = 0.15 \text{ m}$	Diámetro de la conducción tramo 0-1
$L = 1 \text{ m}$	Distancia entre ventilador y venturi

Con todos estos datos, el balance de energía mecánica permite obtener la presión en el punto 1:

$$P_1 = \sqrt{P_0^2 - 2 \cdot f \cdot G^2 \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{2 \cdot Z \cdot R \cdot T}{PM \text{ aire}}}$$

$$P_1 = \sqrt{106391.25^2 - 2 \cdot 0.0075 \cdot 1.58^2 \cdot \frac{1}{0.15} \cdot \frac{2 \cdot 1 \cdot 8314 \cdot 298}{28.9}}$$

$$P_1 = 106391.05 \text{ Pa} < P_0 = 106391.25 \text{ Pa}$$

### TRAMO 1-2

Para obtener la presión en 2, aplicamos la ecuación de continuidad Bernoulli, suponiendo un factor  $\beta = D_2/D_1 = 0.5$ , puesto que para un Venturi este factor de diseño oscila entre 0.20-0.75.

$$v_2^2 = v_1^2 - \frac{2 \cdot (P_2 - P_1)}{\rho}$$

$$P_2 = P_1 + \frac{(v_1^2 - v_2^2) \cdot \rho}{2}$$

$$v_1 = \frac{Q_{v,1}}{S_1} = \frac{4 \cdot 0.024}{\pi \cdot 0.15^2} = 1.36 \text{ m/s}$$

$$\beta = \frac{D_2}{D_1} = 0.5 \Rightarrow \frac{D_2}{0.15} = 0.5 \Rightarrow D_2 = 0.075 \text{ m}$$

$$v_2 = \frac{Q_{v,2}}{S_2} = \frac{4 \cdot 0.024}{\pi \cdot 0.075^2} = 5.43 \text{ m/s}$$

$$\rho_{\text{aire}, 25^\circ\text{C}} = \frac{P \cdot PM}{R \cdot T} = \frac{106391.05 \cdot 28.9}{8314 \cdot 298} = 1.24 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$P_2 = 106391.05 + \frac{(1.36^2 - 5.43^2) \cdot 1.24}{2}$$

$$P_2 = 106373.92 \text{ Pa} < P_1 = 106391.05 \text{ Pa}$$

Además,  $P_2 = 106373.92 \text{ Pa} < P_c = 106391.25 \text{ Pa}$ , lo que garantiza que habrá tiro natural que expulse los gases al exterior.

### Cálculo de $P_2'$

Se considera la simplificación consistente en que  $P_2'$  es el 80% de  $P_1$ , a la entrada del venturi:

$$P_2' = 0.8 \cdot P_1 = 0.8 \cdot 106391.05 = 85112.84 \text{ Pa}$$

### Tramo 2' - 3

Se calcula la presión en el punto 3, mediante el balance de energía mecánica (BEM) entre los puntos 2' y 3. Para ello, hay que hallar el gasto másico en el punto 3, suponiendo que la tubería en este tramo es de 0.25m, y el factor de fricción  $f$ , a partir del número de Reynolds y la ecuación de Karman para tubos lisos:

$$\frac{PM \text{ dilución}}{2 \cdot Z \cdot R \cdot T} \cdot (P_2'^2 - P_3^2) = 2 \cdot f \cdot G^2 \cdot \frac{L}{D} + \frac{G^2}{\alpha} \cdot \ln \frac{P_2'}{P_3}$$

$$G_3 = \frac{4 \cdot M_3}{\pi \cdot D_3^2} = \frac{4 \cdot 0.042}{\pi \cdot 0.25^2} = 0.86 \frac{\text{kg}}{\text{s m}^2}$$

$$v_3 = \frac{Q_{v,3}}{S_3} = \frac{4 \cdot 0.12}{\pi \cdot 0.25^2} = 2.44 \frac{\text{m}}{\text{s}} \ll \frac{35 \text{ m}}{\text{s}} \Rightarrow \text{Aproximación de Weymouth}$$

Con la aproximación de Weymouth, simplificamos el balance de energía mecánica, eliminando el término del logaritmo neperiano:

$$P_3^2 = P_{2'}^2 - 2 \cdot f \cdot G^2 \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{2 \cdot Z \cdot R \cdot T}{PM \text{ dilucion}}$$

$$P_3 = \sqrt{P_{2'}^2 - 2 \cdot f \cdot G^2 \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{2 \cdot Z \cdot R \cdot T}{PM \text{ dilucion}}}$$

$$Re = \frac{G_3 \cdot D_3}{\mu_3} = \frac{0.86 \cdot 0.25}{8.8 \cdot 10^{-5}} = 2443 \Rightarrow \text{Régimen laminar}$$

Cálculo del factor de fricción en régimen laminar:

$$f = \frac{16}{Re} = 0.0065$$

El factor de fricción obtenido es **f = 0.0065**.

En la Tabla 18 aparecen el resto de valores supuestos en el balance de energía mecánica correspondiente a la tubería de aire frío.

**Tabla 18. Valores supuestos en el tramo 2'-3 de la tubería de gases calientes.**

VALORES SUPUESTOS	
Z = 1	Factor de compresibilidad para gases. Si se consideran ideales
$\alpha = 1$	Para gases.
D <sub>3</sub> = 0.25 m	Diámetro de la conducción tramo punto 3
L = 1 m	Distancia entre venturi y punto 3

Con todos estos datos, el balance de energía mecánica permite obtener la presión en el punto 3:

$$P_3 = \sqrt{P_{2'}^2 - 2 \cdot f \cdot G^2 \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{2 \cdot Z \cdot R \cdot T}{PM \text{ dilucion}}}$$

$$P_3 = \sqrt{85112.84^2 - 2 \cdot 0.0065 \cdot 0.86^2 \cdot \frac{1}{0.25} \cdot \frac{2 \cdot 1 \cdot 8314 \cdot 1073}{31}}$$

$$P_3 = 85112.71 \text{ Pa} < P_2 = 85112.84 \text{ Pa}$$

### **3. CÁLCULOS RELATIVOS A LA LAMINADORA.**

#### **3.1. Estimación del número de láminas conformadas según dimensiones.**

Suponiendo que se ajusta la laminadora a una anchura de 65 cm y un espesor entre rodillos de 6 mm, se podrán producir láminas de  $2,5 \times 0,65 \times 0,006 \text{ m}^3$ , que corresponde a un volumen de  $0,00975 \text{ m}^3$  / lámina. Así, para una densidad del vidrio fundido estimada de  $2298 \text{ kg/m}^3$ , correspondiente a una temperatura de  $1000^\circ\text{C}$  (Tabla 2), cada lámina pesará unos 22.41 kg.

Si el horno presenta una carga inicial de 221 kg y suponiendo una pérdida por calcinación de 21%, correspondiente a una fórmula supuesta basada en el sistema  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  (Tabla 13), se tendrá una carga fundida de 174 kg, por lo que se podrán conformar unas 7 piezas de dimensiones en estado plástico de  $2,5 \times 0,65 \times 0,006 \text{ m}^3$ .

7 piezas de 2.5 m ocuparán una longitud de 17.5 m y se transportarán sobre la mesa de rodillos hacia el horno de recocido.

### 3.2. Estimación de la velocidad de conformado según velocidad de enfriamiento de las láminas.

Para el cálculo del tiempo de enfriamiento de las láminas de vidrio, se va a considerar que se trata de láminas de 6 mm de espesor, con lo que el número adimensional de Biot será 0.04, utilizando los coeficientes de la Tabla 19:

**Tabla 19. Parámetros relacionados con el transporte de flujo de calor.**

Parámetro	Valor
h = Coeficiente individual de transmisión de calor del aire	10 W/m <sup>2</sup> K
k = Conductividad térmica del vidrio a T = 1000 °C	0.81 W/m K
α = Difusividad térmica del vidrio a T = 1000 °C	4.3 · 10 <sup>-7</sup> m <sup>2</sup> /s
L = Espesor de la lámina / 2	0.003 m
Bi = Número adimensional de Biot	h · L/k
Fo = Número adimensional de Fourier (t = tiempo en s)	α · t / L <sup>2</sup>

Si consideramos la simplificación de que Bi <<1, se puede utilizar la ecuación que relaciona la temperatura interna de la lámina con el tiempo de enfriamiento:

$$\frac{\Delta T}{\Delta T_{\text{máx}}} = \frac{T_{\text{interior sólido}} - T_{\text{aire}}}{T_{\text{sólido inicial}} - T_{\text{aire}}} = e^{-Fo \cdot Bi} \quad (6)$$

Despejando la temperatura interior del sólido, se tiene que:

$$T_{\text{interior sólido}} = T_{\text{aire}} + (T_{\text{sólido inicial}} - T_{\text{aire}}) \cdot e^{-Fo \cdot Bi} \quad (7)$$

La Tabla 20 representa los resultados obtenidos para un espesor de lámina de 6 mm:

**Tabla 20. Resultados obtenidos para el enfriamiento de las láminas de vidrio.**

Tiempo (s)	Bi	Fo	T <sub>aire</sub> (K)	T <sub>sólido inicial</sub> (K)	T <sub>sólido inicial</sub> (°C)	T <sub>interior final</sub> (K)	T <sub>interior final</sub> (°C)
100	0.04	14.3	298	1273	1000	1115	848
150	0.04	5.0	298	1273	1000	1046	773
200	0.04	6.7	298	1273	1000	982	709

Como el camino de rodillos entre la laminadora y el horno de rodillos tiene una longitud de 2.5 m, significa que la velocidad de estos deberá ser mayor a la de enfriamiento, es decir, mayor de 0.0125 m/s, correspondiente al tiempo que se tarda en alcanzar unos 709°C, que es la temperatura de entrada en el horno de recocido.



## **4. CÁLCULOS RELATIVOS AL HORNO DE RECOCIDO.**

### **4.1. Estimación de las dimensiones del horno de recocido.**

Para la estimación de la longitud del horno de recocido, se va a tener en cuenta que la carga máxima del horno de fusión (221 kg) no presenta pérdida por calcinación y las láminas tendrán unas dimensiones de 2,5x0.65x0.006. Así, se podrán conformar unas 9 piezas, que ocuparán una longitud de 22.5 m.

En consecuencia, el horno de recocido deberá presentar una longitud mínima de 22.5 m, por lo que, aplicando un factor de sobredimensionamiento de 1.3, se tendrá que el horno de recocido tendrá una cámara de acondicionamiento térmico de 30 m de longitud neta con una anchura de 1 m y 0.25 m de altura interna. Así, el volumen de la cámara será de 7.5 m<sup>3</sup>.

Hay que tener en cuenta que las piezas laminadas hay que recocerlas todas inmediatamente después de ser conformadas, por lo que el horno de recocido debe tener unas dimensiones suficientes para poder enfriar controladamente todas las láminas procedentes de la misma carga del horno de fusión.

Por otra parte, el volumen que ocupen las piezas más la bandeja metálica donde se apoyan, se estima en 30,00x0.80x0.04 m<sup>3</sup> equivalente a 0.96 m<sup>3</sup>.

Así, se considera que, según el tamaño de piezas y bandejas considerado, el volumen libre del horno de recocido estará próximo a 6.5 m<sup>3</sup>, que corresponde al volumen de aire que circulará por su interior.

#### 4.2. Estimación de la curva del horno de recocido.

Para el cálculo de la curva de acondicionamiento térmico que se lleva a cabo en el horno de recocido, se ha utilizado una tabla extraída del método de recocido que utiliza la compañía Corning [4].

A partir de dicha tabla se han extrapolado gráficamente 4 parámetros fundamentales sobre funcionamiento del horno: el tiempo de atemperamiento de las láminas de forma uniforme a la temperatura superior de recocido y las velocidades de enfriamiento inicial, intermedia y final, para el caso de láminas de 6 mm de espesor. En la Tabla 21 aparecen los intervalos de temperatura típicos de cada una de las fases de la etapa de recocido:

**Tabla 21. Intervalo de temperaturas de los parámetros de la etapa de recocido.**

Parámetros de la etapa de recocido	Intervalo de temperaturas (°C)
Tiempo de atemperamiento (h)	482
Velocidad de enfriamiento inicial (°C/min)	482-427
Velocidad de enfriamiento intermedia (°C/min)	427-371
Velocidad de enfriamiento final (°C/min)	371-21

La Tabla 22, Tabla 23, Tabla 24 y Tabla 25 muestran los resultados obtenidos, recogidos en la Tabla 26.

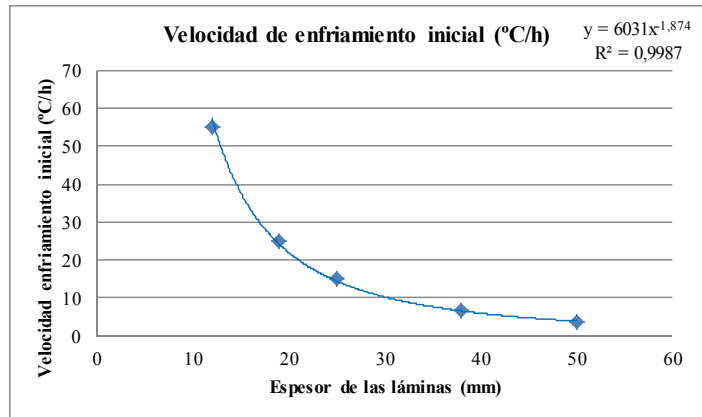
**Tabla 22. Relación del tiempo de atemperamiento en función del espesor de las láminas.**

Espesor de las láminas (mm)	Tiempo de atemperamiento (h)
12	2
19	3
25	4
38	6
50	8
<p>Aplicando la ecuación obtenida en la gráfica, para espesor de 6 mm, el tiempo de atemperamiento es de 1 h.</p>	

**Tabla 23. Relación de la velocidad de enfriamiento inicial en función del espesor de las láminas.**

Espesor de las láminas (mm)	Velocidad de enfriamiento inicial (°C/h)
12	55
19	25
25	15
38	6.7
50	3.8

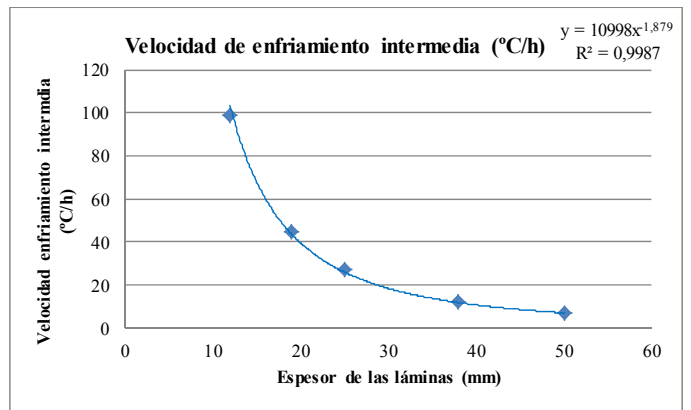
Aplicando la ecuación obtenida en la gráfica, para espesor de 6 mm, la velocidad de enfriamiento inicial es de  $210 \text{ °C/h} = 3.5 \text{ °C/min}$ .



**Tabla 24. Relación de la velocidad de enfriamiento intermedio en función del espesor de las láminas.**

Espesor de las láminas (mm)	Velocidad de enfriamiento intermedia (°C/h)
12	99
19	45
25	27
38	12
50	6.8

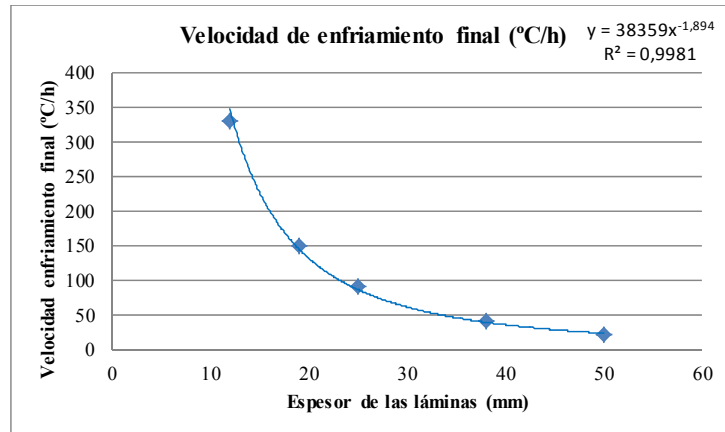
Aplicando la ecuación obtenida en la gráfica, para espesor de 6 mm, la velocidad de enfriamiento intermedia es de  $379 \text{ °C/h} = 6.3 \text{ °C/min}$ .



**Tabla 25. Relación de la velocidad de enfriamiento final en función del espesor de las láminas.**

Espesor de las láminas (mm)	Velocidad de enfriamiento final (°C/h)
12	99
19	45
25	27
38	12
50	6.8

Aplicando la ecuación obtenida en la gráfica, para espesor de 6 mm, la velocidad de enfriamiento final es de  $1288 \text{ °C/h} = 21.0 \text{ °C/min}$ .

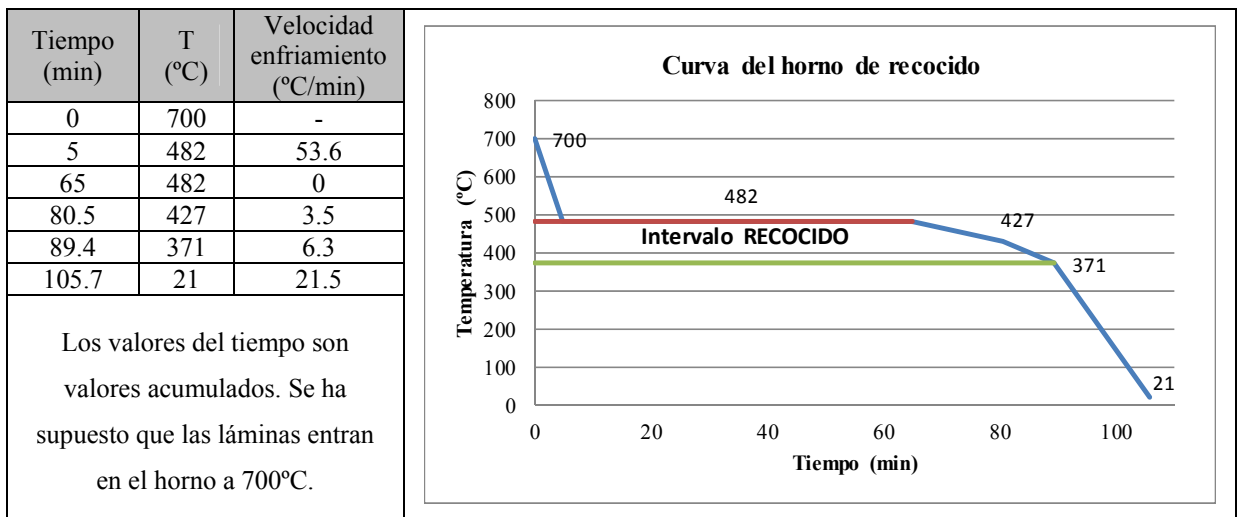


**Tabla 26. Variables del horno de recocido para láminas de 6 mm de espesor.**

Espesor de las láminas = 6 mm	
Tiempo de atemperamiento (h)	1
Velocidad de enfriamiento inicial (°C/min)	3.5
Velocidad de enfriamiento intermedia (°C/min)	6.3
Velocidad de enfriamiento final (°C/min)	21.0

Con todos estos datos, es posible obtener la curva de recocido que se muestra en Tabla 27, suponiendo que las láminas entran a 700°C y el horno las enfría rápidamente hasta la temperatura superior de recocido para evitar desvitrificaciones.

**Tabla 27. Curva del horno de recocido.**



## **5. CÁLCULOS RELATIVOS A LA CORTADORA POR CHORRO DE AGUA.**

### **5.1. Estimación de la cantidad de agua adsorbida por las piezas cortadas.**

Para estimar la cantidad de agua adsorbida por los soportes aún vítreos cortados por vía húmeda durante la operación de corte, se ha realizado un experimento en laboratorio consistente en calcular la masa de agua adsorbida sobre una pieza vítrea de dimensiones  $10 \times 10 \times 0.4 \text{ cm}^3$ .

Se ha obtenido que la pieza adsorbe aproximadamente un 5% de humedad. Así, si cada pieza cortada mide  $60 \times 60 \times 0.5 \text{ cm}^3$ , y considerando una densidad de  $2500 \text{ kg/m}^3$ , cada soporte pesará 4.5 kg en seco. Con la operación de corte, se le adsorberá un 5% de agua, es decir,  $0.23 \text{ kg} = 230 \text{ g}$ , por lo que la pieza mojada pesará 4.73 kg.

Por tanto, para láminas de 6 mm de espesor y densidad de  $2500 \text{ kg/m}^3$ , cada pieza adsorberá un 5% de agua procedente de la cortadora por chorro de agua.

## **5.2. Estimación de la velocidad de la cortadora.**

Según los datos el proveedor, los 2 cabezales de la cortadora (eje X, eje Y) se mueven a una velocidad media de 20 m/min [5].

Suponiendo que han de cortarse piezas de 60x60, la longitud de corte de cada cabezal será de 120 cm = 1.2 m. Así, cada pieza tardará en cortarse 0.06 min/pieza.

Finalmente, en el caso de que en una hornada se producen unas 30 piezas, se tardarán en cortar unos 1.8 minutos.

Tras estos cálculos orientativos, se tomará que la etapa de corte consume unos 5 minutos de tiempo.

## **6. CÁLCULOS RELATIVOS A LAS BOQUILLAS DE SOPLADO DE AIRE A PRESIÓN.**

### **6.1. Estimación de la cantidad de agua eliminada por las boquillas sopladoras.**

A partir de un experimento realizado en laboratorio, se considera que las boquillas de soplado son capaces de eliminar la mitad del agua adsorbida. Si se ha considerado que el agua adsorbida es de un 5%, tras el soplado, los soportes presentarán un 2.5% de masa extra, correspondiente al agua.

### **6.2. Estimación de la presión de aire comprimido.**

La presión habitual de trabajo en equipos de aire comprimido es de 6-7 bares, de forma que para no dañar las piezas, la presión que llega a las boquillas sopladoras será de 2 bares.

## **7. CÁLCULOS RELATIVOS AL SECADERO CONTINUO.**

### **7.1. Estimación de las dimensiones del secadero.**

Para hallar las dimensiones del secadero que evapora el agua adsorbida por infrarrojos en modo continuo, se ha realizado un ensayo en la planta piloto del Instituto de Tecnología Cerámica de Castellón (ITC), simulando el secado de una pieza de material vítreo mojada previamente.

Se ha visto de forma aproximada que una pieza de 1 kg de masa tarda 2 minutos como máximo en perder su humedad superficial a 100°C, lo cual indica que se trata prácticamente de un secado súbito por evaporación.

En el caso de que se tengan que secar 30 piezas de 60x60, estas colocadas en fila, ocupan una longitud total de 18 m. Suponiendo que la velocidad de giro de los rodillos es de 0.025 m/s, los 18 m de piezas con agua residual adherida en su superficie tardarán 12 minutos en atravesar el secadero en un punto determinado.

Por otro lado, sobredimensionando el tiempo de secado de una pieza de 60x60 de superficie en unos 3 minutos y considerando una velocidad de transporte de 0.025 m/s, la longitud del secadero será de 4.5 m, que redondeando la cifra, se tiene una longitud de 5 m.

De este modo, el secadero presenta una cavidad con unas dimensiones útiles de 5 m de longitud, 1 m de anchura y 0.25 m de altura, lo que supone un volumen útil de 1.25 m<sup>3</sup>.



## **7.2. Estimación de la cantidad de agua a secar en el secadero.**

Las piezas llegarán al secadero con un 2.5 % de humedad adsorbida durante la operación de corte.

La longitud libre del secadero es de 15 m, por lo que cogen unas 25 piezas de 60x60x0.5 cm<sup>3</sup>, con un volumen de 0.0018 m<sup>3</sup>/pieza y una masa ya calculada en apartados anteriores de 4.5 kg, con una cantidad de 112 g de agua que, sobredimensionando, se consideran 120 g agua a secar / pieza. Por tanto, la cantidad de agua a eliminar en 25 piezas será de 3.0 kg.

### 7.3. Estimación de la cantidad de calor necesario para evaporar el agua.

Para la estimación del calor necesario para evaporar el agua del secadero, se tienen en cuenta los parámetros termodinámicos de la Tabla 28:

**Tabla 28. Propiedades termodinámicas del agua [6].**

$C_{p\text{ agua}} \text{ (J/kg } ^\circ\text{K)}$	$T_{\text{evaporación agua}} \text{ (}^\circ\text{C)}$	$T_{\text{agua ambiente}} \text{ (}^\circ\text{C)}$	$L_{\text{agua}} \text{ (kJ/kg)}$
4180	100	25	2257

El calor necesario para evaporar 3 kg de agua, se calcula mediante un balance de energía:

$$Q_{\text{evaporar}} = m_{\text{agua}} \cdot C_{p_{\text{agua}}} \cdot (T_{\text{evaporación}} - T_{\text{ambiente}}) + m_{\text{agua}} \cdot L_{\text{agua}}$$

$$Q_{\text{evaporar}} = 3 \cdot 4180 \cdot (100 - 25) + 3 \cdot 2257 \cdot 10^3$$

$$Q_{\text{evaporar}} = 7712 \text{ kJ}$$

Se supone que los gases de recuperación parten de una temperatura de 500°C y hemos generado entre el horno de recocido y el de cristalización un caudal de aire de 15 m<sup>3</sup>/h.

Por otro lado, calculamos la densidad del aire a 500°C:

$$\rho_{\text{aire},500^\circ\text{C}} = \frac{P \cdot PM}{R \cdot T} = \frac{1 \cdot 10^5 \cdot 28,9}{8314 \cdot 773} = 0,45 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Así, la masa de 15 m<sup>3</sup> de aire será de 6.75 kg de aire y hallando el flujo de calor:

$$Q_{\text{aire}} = m_{\text{aire}} \cdot C_{p_{\text{aire},500^\circ\text{C}}} \cdot (T_{\text{inicial aire}} - T_{\text{final aire}})$$

$$7712000 = 6,75 \cdot 1077 \cdot (500 - T_{\text{final aire}})$$

$$T_{\text{final aire}} < 0 \text{ }^\circ\text{C}$$

En consecuencia, el calor de los gases procedentes del horno de recocido y de cristalización no es suficiente para secar la cantidad de agua que presentan las piezas.

## 8. CÁLCULOS RELATIVOS AL HORNO DE CRISTALIZACIÓN.

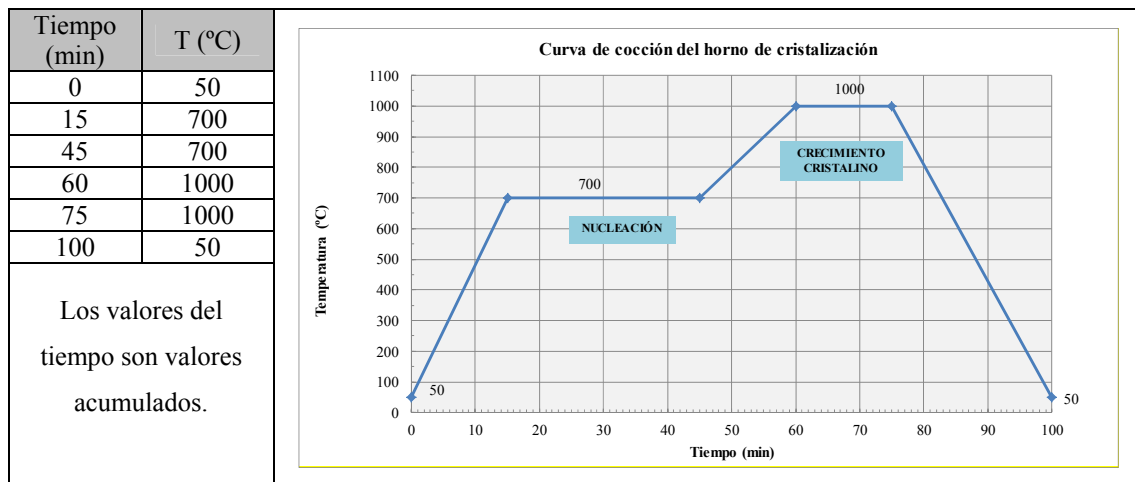
### 8.1. Estimación de las dimensiones del horno de cristalización.

En el horno de nucleación-cristalización presentará una cavidad con unas dimensiones útiles de 20 m de longitud, 1 m de anchura y 0.25 m de altura, lo que supone un volumen útil de 5 m<sup>3</sup>.

### 8.2. Estimación de la curva correspondiente al ciclo de cocción del horno.

Para estimar la curva de la composición seleccionada en este trabajo para realizar cálculos aproximados (Tabla 12), se han tenido en cuenta los resultados obtenidos a nivel experimental, para sintetizar un vitrocerámico caracterizado por numerosos cristales de tamaño pequeño, típicos de este tipo de materiales. Por este motivo, se le ha dado más tiempo a la etapa de nucleación que a la de cristalización, como se observa en la Tabla 29:

Tabla 29. Curva de cocción del horno de cristalización para composición basada en residuos.

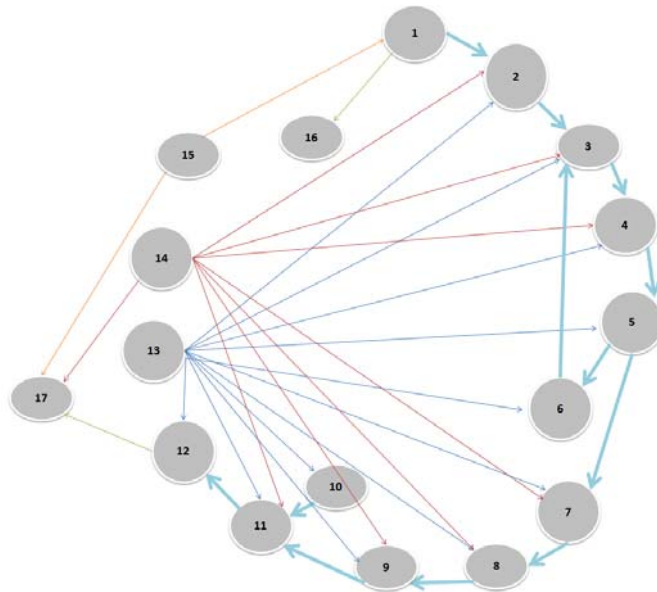


## 9. JUSTIFICACION DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.

Para hallar la distribución en planta, se ha utilizado el diagrama de hilos correspondiente a partir de la Tabla 30, que se muestra en la Ilustración 6:

**Tabla 30. Tabla relacional de actividades del proceso productivo.**

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
Nº	ACTIVIDADES PROCESO	FACTORES RELACIONALES																		
1	Dosificación materias primas	-																		<b>LEYENDA</b>
2	Fusión materias primas	P1	-																	<b>P = Proceso</b>
3	Laminado	3	P1	-																<b>1 = Muy importante</b>
4	Recocido	3	3	P1	-															<b>2 = Regular</b>
5	Separación bandeja-lámina	3	3	3	P1	-														<b>3 = Baja</b>
6	Retorno bandeja	3	3	P1	2	P1	-													
7	Corte chorro agua de lámina	3	3	3	3	3	3	-												
8	Secado láminas	3	3	3	3	3	3	P1	-											
9	Serigrafía	3	3	3	3	3	3	3	3	P1										
10	Pulmón bandejas	3	3	3	3	3	3	3	1	3	-									
11	Nucleación y cristalización	3	3	3	3	3	3	3	P1	P1	P1	-								
12	Apilado de producto acabado	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	P1	-							
13	Taller Mantenimiento	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	-						
14	Laboratorio	3	1	1	1	3	3	1	1	3	3	1	3	3	-					
15	Oficina- vestuarios	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-				
16	Almacén de materias primas	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	-			
17	Almacén de producto acabado	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	P1	3	1	1	3	-		



**Ilustración 6. Diagrama de hilos previo.**

## 10. CÁLCULOS RELATIVOS AL ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA.

### 10.1. Planning de un día laboral en la planta piloto a máxima producción.

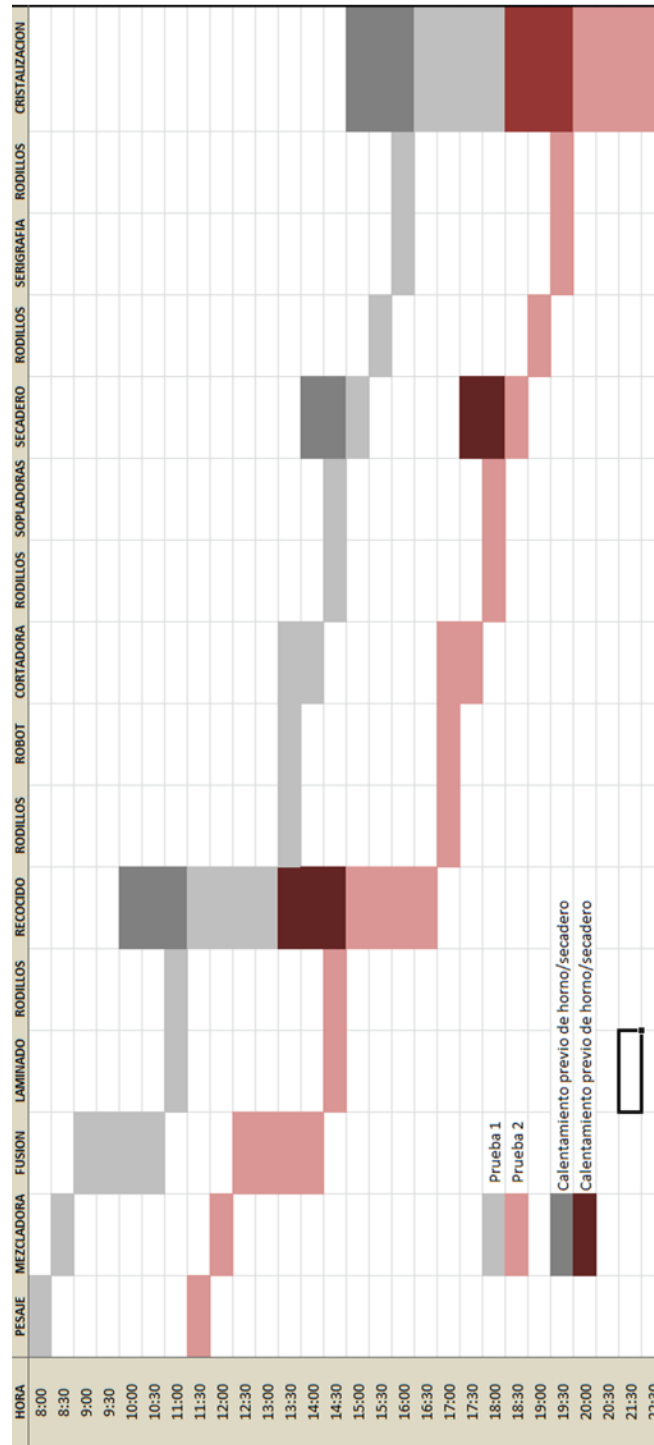


Ilustración 7. Planning de una jornada laboral.

**10.2. Estimación de la amortización en función de los años.**

Maquinaria	Coste de compra e instalación (€)	Periodo de amortización en años	Amortización anual (€)
ESTUFA TIPO ARMARIO	5.000	5	1.000
BASCULA	3.000	5	600
MEZCLADORA	3.500	5	700
SISTEMA ELEVADOR	4.500	5	900
HORNO FUSIÓN	100.000	10	10.000
FILTRO CERÁMICO	960	2	480
LAMINADORA	6.000	5	1.200
HORNO DE RECOCIDO	170.000	10	17.000
SISTEMA TRANSPORTE RODILLOS	109.350	10	10.935
ROBOT CARTESIANO	60.000	10	6.000
CORTADORA CHORRO DE AGUA	60.000	10	6.000
SISTEMA BOQUILLAS SOPLADORAS	4.000	5	800
SECADERO	30.000	10	3.000
CABEZAL SERIGRAFÍA	5.000	5	1.000
PULMON BANDEJAS	6.000	5	1.200
HORNO CRISTALIZACIÓN	100.000	10	10.000
<b>TOTAL</b>	<b>667.310</b>		<b>70.815</b>

Año de funcionamiento de la planta	Amortización (€)
Año 1	70.815
Año 2	70.815
Año 3	70.335
Año 4	70.335
Año 5	70.335
Año 6	62.935
Año 7	62.935
Año 8	62.935
Año 9	62.935
Año 10	62.935
Año 11	0

**10.3. Estimación del coste de energía eléctrica por kg de materia prima seca.**

	<b>POTENCIA (KW)</b>	<b>Tiempo operación (h/carga)</b>	<b>Energía consumida por carga (KW.h)</b>
<b>ESTUFA TIPO ARMARIO</b>	6	24	144
<b>BÁSCULA</b>	1	0,5	0,5
<b>MEZCLADORA</b>	1	0,5	0,5
<b>SISTEMA ELEVADOR</b>	10	0,5	5
<b>HORNO FUSIÓN</b>	50	2	100
<b>FILTRO CERÁMICO</b>		2	0
<b>LAMINADORA</b>	1	0,5	0,5
<b>RODILLOS</b>	1	0,5	0,5
<b>HORNO RECOCIDO</b>	231	3,5	808
<b>RODILLOS</b>	1	0,5	0,5
<b>ROBOT CARTESIANO</b>	10	0,5	5
<b>RODILLOS</b>	1	0,5	0,5
<b>CORTADORA CHORRO AGUA</b>	2	1	2
<b>RODILLOS</b>	1	0,5	0,5
<b>SISTEMA BOQUILLA SOPLADORAS</b>	1	0,5	0,5
<b>RODILLOS</b>	1	0,5	0,5
<b>SECADERO</b>	50	1,5	75
<b>RODILLOS</b>	1	0,5	0,5
<b>CABEZAL SERIGRAFIA</b>	3	0,5	1,5
<b>RODILLOS</b>	1	0,5	0,5
<b>PULMON BANDEJAS</b>	2	0,5	1
<b>HORNO CRISTALIZACION</b>	154	3,5	538
<b>CONSUMO ELÉCTRICO TOTAL</b>			<b>1685</b>

Para una carga de 221 kg de materia prima seca, el consumo específico será igual a 7.62 kWh/kg de materia prima seca.

Suponiendo que el coste del KWh es de 0.12173 €/KWh, se tiene un **consumo eléctrico de 0.93 €/kg de materia prima seca.**

#### 10.4. Estimación del presupuesto de explotación.

##### Cálculo de los costes de producción

Tabla 31. Costes relativos al presupuesto de explotación

TIPO DE COSTES	PARTIDA	DESCRIPCIÓN	% APLICADO	COSTE ANUAL (€)	
FIJOS	Personal del proceso	2 ingenieros superiores o químicos	-	65.012,98	
		1 analista de laboratorio	-	22.331,89	
		1 mecánico de taller (Oficial de primera)	-	23.139,47	
		1 auxiliar administrativo	-	39.025,04	
		<b>TOTAL</b>		<b>149.509,38</b>	
	Auxiliares	Repuestos y accesorios	5.00% PEC	120.072,68	
		Reparaciones y conservación	2.00% PEC	48.029,07	
		<b>TOTAL</b>		<b>168.101,75</b>	
	Generales	Reparación de servicios generales	1.00% PEC	24.014,54	
		Limpieza	-	25.000,00	
		Suministros de agua	150 l/persona/día	6.000,00	
		Suministros teléfono		3.000,00	
		Material de oficina		2.000,00	
		Vigilancia		4.500,00	
		Primas de seguros	0.25% PEC <sup>1</sup>	6.003,63	
		Gastos financieros	4.00% PEC	96.058,15	
	<b>TOTAL</b>		<b>166.576,32</b>		
	VARIABLES	Energía	Eléctrica	0.93€/kg al 100%	75.018,45
		Amortizaciones	Hasta año 3		71.815,00
					<b>146.833,45</b>

<sup>1</sup> PEC Presupuesto de ejecución por contrata

##### Cálculo de costes de producción por kg de materia prima seca

Para una producción diaria de 221 kg materia prima/día, se producen al año 80665 kg/año. Suponiendo unos costes fijos totales de 448.187,45 € anuales, según la tabla anterior, se tiene que el coste fijo por kg de materia prima seca es 6.00 € fijos/ kg materia prima seca. Considerando los costes variables totales, haciendo el mismo razonamiento, el coste variable será 1.82 €/kg de materia prima seca. Por tanto,



sumando el total se tiene que el coste de producción estimado será de 7.82 €/kg de producto.

### Cálculo del precio de venta por kg de materia prima seca

Para calcular el precio de venta, se tiene en cuenta un 20% del coste de producción de margen económico y otro 20% destinado al Know-How:

Así, aplicando el factor de 1.4 sobre el coste, se tiene un precio de venta de **10.95 €/kg de materia prima seca.**

### Relación anual del coste total

Tabla 32. Desglose de los costes por año según costes variables y amortización.

Año	% producción	Producción (kg materia prima seca)	Costes fijos (€)	Energía eléctrica (€)	Amortizaciones (€)	Coste total (€)
1	50	40,332,50	448.187,45	37.509,23	70.815,00	557.511,68
2	75	60.498,80	448.187,45	56.263,84	70.815,00	575.266,29
3	100	80.665,00	448.187,45	75.018,45	70.335,00	593.540,90
4	100	80.665,00	448.187,45	75.018,45	70.335,00	593.540,90
5	100	80.665,00	448.187,45	75.018,45	70.335,00	593.540,90
6	100	80.665,00	448.187,45	75.018,45	62.935,00	586.140,90
7	100	80.665,00	448.187,45	75.018,45	62.935,00	586.140,90
8	100	80.665,00	448.187,45	75.018,45	62.935,00	586.140,90
9	100	80.665,00	448.187,45	75.018,45	62.935,00	586.140,90
10	100	80.665,00	448.187,45	75.018,45	62.935,00	586.140,90
11	100	80.665,00	448.187,45	75.018,45	0	523.205,90

**Ingresos anuales y beneficio neto****Tabla 33. Desglose de ingresos anuales y beneficio neto por año.**

<b>Año</b>	<b>% producción</b>	<b>Producción (kg materia prima seca)</b>	<b>Coste total (€)</b>	<b>Ingresos (10.95 €/kg materia prima seca) (€)</b>	<b>Beneficio bruto (€)</b>	<b>Beneficio neto 30% I.A.E. (€)</b>
1	50	40,332,50	557.511,68	441.640,88	-115.870,80	-115.870,80
2	75	60.498,80	575.266,29	662.461,86	87.195,57	61.036,52
3	100	80.665,00	593.540,90	883.281,75	289.740,85	202.818,59
4	100	80.665,00	593.540,90	883.281,75	289.740,85	202.818,59
5	100	80.665,00	593.540,90	883.281,75	289.740,85	202.818,59
6	100	80.665,00	586.140,90	883.281,75	297.140,85	207.998,60
7	100	80.665,00	586.140,90	883.281,75	297.140,85	207.998,60
8	100	80.665,00	586.140,90	883.281,75	297.140,85	207.998,60
9	100	80.665,00	586.140,90	883.281,75	297.140,85	207.998,60
10	100	80.665,00	586.140,90	883.281,75	297.140,85	207.998,60
11	100	80.665,00	532.209,90	883.281,75	351.071,85	252.053,10

**Tabla 34. Desglose del flujo de caja por años.**

<b>Año</b>	<b>% producción</b>	<b>Coste total (€)</b>	<b>Ingresos (10.95 €/kg materia prima seca) (€)</b>	<b>Beneficio neto (€) 30% I.A.E.</b>	<b>Amortizaciones anuales (€)</b>	<b>Flujo de caja (FC) (€)</b>
1	50	557.511,68	441.640,88	-115.870,80	70.815,00	-78.517,04
2	75	575.266,29	662.461,86	61.036,52	70.815,00	131.851,52
3	100	593.540,90	883.281,75	202.818,59	70.335,00	273.153,60
4	100	593.540,90	883.281,75	202.818,59	70.335,00	273.153,60
5	100	593.540,90	883.281,75	202.818,59	70.335,00	273.153,60
6	100	586.140,90	883.281,75	207.998,60	62.935,00	270.933,60
7	100	586.140,90	883.281,75	207.998,60	62.935,00	270.933,60
8	100	586.140,90	883.281,75	207.998,60	62.935,00	270.933,60
9	100	586.140,90	883.281,75	207.998,60	62.935,00	270.933,60
10	100	586.140,90	883.281,75	207.998,60	62.935,00	270.933,60
11	100	532.209,90	883.281,75	252.053,10	0	252.053,10

### Cálculo del capital circulante

Se ha considerado que es un 15% de la inversión inicial (PEC); es decir:

**Capital circulante = 360.218,05 €** procedente de reserva particular de dinero.

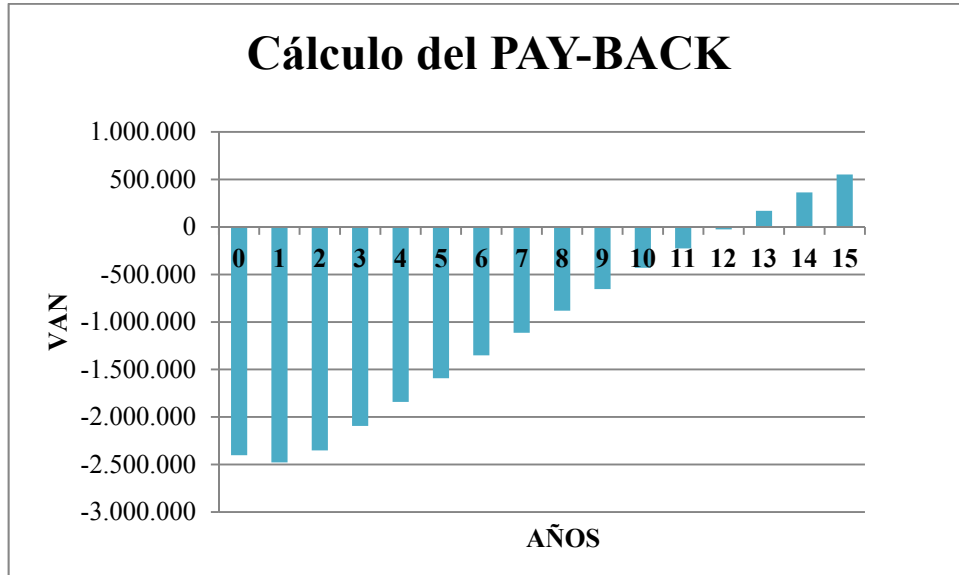
### Cálculo del VAN y del TIR a los 15 años

	%	Cálculos
Índice de interés nominal (%)	5	100+5=105,00
Tasa de inflación	3	$\frac{105}{1+\frac{3}{100}} = 101,94$
% $i_r$	1.94	100-101,94

n	Año	% producción	Flujo de caja (FC)	$\frac{FC_n}{(1+i_r)^n}$	$VAN = -I_0 + \sum_{n=0}^N \frac{FC_n}{(1+i_r)^n}$
0	0	0	0	0	-2.401.453,67
1	1	50	-78.517,04	-77.022,80	-2.478.476,47
2	2	75	131.851,52	126.880,80	-2.351.595,68
3	3	100	273.153,60	257.853,51	-2.093.742,17
4	4	100	273.153,60	252.946,35	-1.840.795,82
5	5	100	273.153,60	248.132,57	-1.592.663,25
6	6	100	270.933,60	241.432,14	-1.351.231,11
7	7	100	270.933,60	236.837,50	-1.114.393,61
8	8	100	270.933,60	232.330,29	-882.063,32
9	9	100	270.933,60	227.908,86	-654.154,46
10	10	100	270.933,60	223.571,57	-430.582,89
11	11	100	252.053,10	204.033,33	-226.549,56
12	12	100	252.053,10	200.150,41	-26.399,15
<b>13</b>	<b>13</b>	<b>100</b>	<b>252.053,10</b>	<b>196.341,39</b>	<b>169.942,24</b>
14	14	100	252.053,10	192.604,86	362.547,10
15	15	100	252.053,10	188.939,43	551.486,53
		<b>TIR</b>	<b>4.93 %</b>		

### Cálculo del PAY-BACK (Período de retorno)

A los 13 años.



## **11. RELACIÓN DE MAQUINARIA CON CATÁLOGOS.**



## **BOQUILLAS**

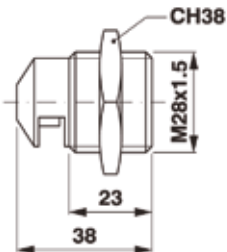
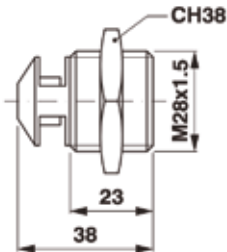




**UGELLI AUTOPULENTI CD6**

 CD6 SELF-CLEANING NOZZLES  
 BOQUILLAS AUTOLIMPIANTES CD6


CD6


**Caratteristiche**

Getto piatto o rettilineo ben definito, buona forza d'impatto. Riducendo la pressione in linea, una molla allontana il pistoncino interno dando la possibilità di spurgare le particelle intasanti. Esecuzione in acc. inox AISI 316. Angoli di spruzzo disponibili: 0° - 45° - 60° - 80°. Questi ugelli sono inoltre disponibili con doppio spruzzo opposto: in questo caso la portata del singolo ugello indicata in tabella deve essere duplicata.

**Applicazioni**

- Lavaggi industriali con acque sporche e acque bianche
- Lavaggio tele e feltri in cartiera

**Come ordinare**

Es. CD6 3 60°

**Characteristics**

Well-defined flat or needle jet with high impact. Reducing the line pressure a spring retracts inside piston to purge suspended solids from the clogged nozzle. Made in stainless steel AISI 316. Available spray angles: 0° - 45° - 60° - 80°. These nozzles are also available with double opposed spray; in this case the single nozzle capacity as shown on the table must be multiplied by two.

**Applications**

- Dirty waters industrial washing and white waters
- Wires and felts washing in paper industry

**How to Order**

E.g. CD6 3 60°

**Características**

Chorro plano o rectilíneo bien definido con gran fuerza de impacto. Reduciendo la presión de línea, un resorte retrae el pistón interior, dando así la posibilidad de purgar las partículas que hayan obstruido el orificio. Material: Inox 316. Angulos de aspersión posibles: 0° - 45° - 60° - 80°. Estas boquillas están además disponibles con doble rociado opuesto: en este caso, se debe duplicar la capacidad de cada boquilla indicada en la tabla.

**Aplicaciones**

- Lavado industrial con agua impura o calcárea
- Lavado de feltros y telas para papeleras

**Para pedidos**

Ej. CD6 3 60°

MATERIALE MATERIAL	ATTACCO THREAD ROSCA DE CONEXIÓN	MODELLO MODEL MODELO	ORIFIZIO FLOW ORIFICE ORIFICIO	ANGOLO ANGLE ANGULO	CODICE ARTICLE CODE CÓDIGO
A	-	CD63	-	60°	CD636

TIPO DI UGELLO TYPE OF NOZZLE TIPOS DE BOQUILLAS	PRESSIONE - PRESSURE - PRESIÓN (bar)							
	3	5	10	15	20	30	40	60
	PORTATA - CAPACITY - CAUDAL (l/min)							
CD6 - 1	1.0	1.3	1.8	2.2	2.6	3.1	3.6	4.4
CD6 - 2	3.3	4.2	6.1	7.5	8.6	10.5	12.2	15.0
CD6 - 3	4.5	5.8	8.4	10.3	11.9	14.5	16.8	20.6
CD6 - 4	7.5	9.7	14.0	17.1	19.8	24.2	28.0	34.3
CD6 - 5	9.7	12.5	17.9	21.9	25.3	31.0	35.8	44.0
CD6 - 6	11.5	14.6	21.0	25.7	29.7	36.4	42.0	51.5
CD6 - 7	12.1	15.5	22.1	27.0	31.2	38.2	44.2	54.2
CD6 - 8	13.9	18.2	25.4	31.0	36.0	44.0	51.0	62.3



## **CORTADORA**



## Perfil de producto - Sistemas de corte

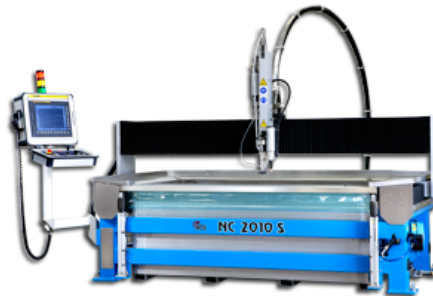
WJS fabrica equipos en todos los tamaños y para todas las aplicaciones, desde máquinas compactas integradas hasta equipos con un radio de acción de 4 x 18 metros o más largos, como también cabezales de corte por chorro de agua abrasivo de cinco ejes. Varias de nuestras patentes para sistemas guía, cabezales de corte de alto rendimiento y válvulas de corte, hablan por si solo. Nuestros equipos de corte están especialmente equipados para operaciones con cabezales múltiples o pueden ser convertidos también en cualquier momento para operaciones con cabezales múltiples. La rentabilidad obtenida debido a esto es inigualable.

## 2D SISTEMAS DE CORTE

### NC 1010 S



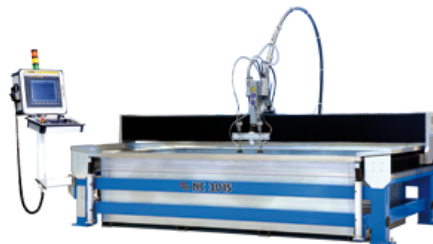
### NC 2010 S



### NC 3015 B



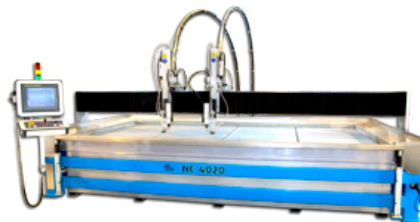
### NC 3015 SB



### NC 3030 T



### NC 4020 D



### NC 4060 Q

### NC 4090 D

## NEWS

### 2014-05-27 Over 200 participated at The Waterjet Annual Show!

A total of over 200 participants from 12 countries, some travelled thousands of miles to participate.

### 2014-03-27 First machine order with 5 individual cutting heads!

Today they are one of the biggest water jet cutting specialists in Scandinavia

[Read more](#)

## AFTER SALES

The BHDT Servotron uses the very latest technology with a servo drive intensifier.



Upgrade your pump and cutting heads



Upgrade your machine with a collision sensor



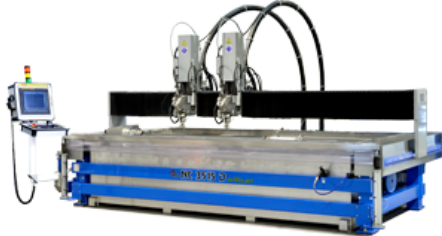


---

BEVELJET

**NC 3515 D BEVELJET®**

**NC 3015 D BEVELJET®**



---

5-AXIS

**NC 4060 S 5-AXIS**

**NC 3520 S 5-AXIS**



---

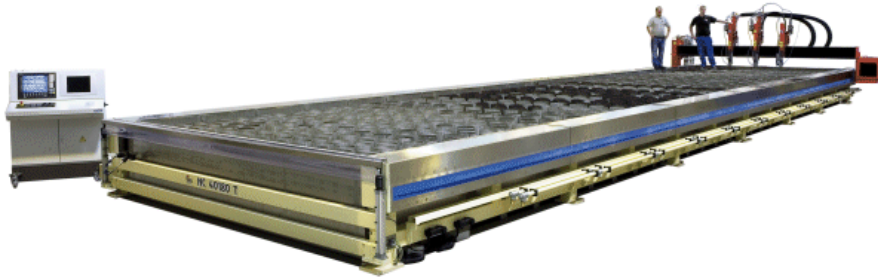
ADVANCED

**NC 2530 MCT**

**NC 3015 CT**



**NC 40180 T**



Naturalmente nuestros sistemas pueden ser equipados si se desea con ajustes de cabezal único, con sensores de altura con la tecnología anti-colisión propia de nuestra empresa, Módulos de adaptadores del chorro o dispositivos eficientes como sistemas de perforación para perforación de agujeros.

El corte bajo agua, que tiene un efecto positivo para la evolución de ruidos y polvos, ya es considerado por nosotros como estándar. Nuestro sistema guía, que ha sido patentado mundialmente, garantiza no solamente el nivel más alto de precisión, si no también estabilidad y una larga vida de operación.; estabilizadores integrados aguantan, tanto errores de operación como colisiones, sin que haya efectos en el sistema de guía.

Si Ustedes están buscando un socio de confianza y con experiencia en el mercado del corte por chorro de agua pidan por favor hoy nuestro material de información o una cotización sin obligación. Nuestro formulario de preguntas puede indudablemente simplificar su elección . Naturalmente también les ofrecemos nuestra asistencia para la financiación y leasing o con sus planes de negocio.



© Water Jet Sweden AB, Teknikvägen 4, S-372 38 Ronneby, SWEDEN, +46 457 455 440, info@waterjet.se

Best choice.

## Sistema de corte por chorro de agua ByJet Flex

Flexibilidad absoluta

[Ventajas para el cliente](#)

[Datos técnicos](#)

[Descargas](#)

[Contacto](#)

### Datos técnicos principales

	<b>ByJet Flex 1530 bis 10030</b>
Cantidad de cabezales de corte	1 ó 2
Velocidad máxima de posicionamiento paralelo al eje x, y	60 m/min
Velocidad de posicionamiento máxima simultánea	84 m/min
Divergencia de posición	± 0,05 mm/eje
Ancho de dispersión de posición	± 0,025 mm/eje
Área de corte máxima para elaboración de piezas planas	3068 x 1544 bis 10084 x 3068 mm
Peso máximo de pieza en parrilla de corte (listones de parrilla estándar)**	1900 kg/m <sup>2</sup>
Grosor máximo de pieza	250 mm

\*\* Carga estática de listones de parrilla nuevos

[Versión para impresión](#)

[Compartir](#)

[Pie de imprenta](#)

[Legal](#)

[Copyright © by Bystronic](#)

#### Acerca de Bystronic

[Perfil y cifras](#)  
[Certificados ISO](#)

[Tecnología](#)  
[Corte por láser](#)  
[Plegado](#)

[Corte por chorro de agua](#)

[Sistemas de corte por láser](#)  
[Automatización](#)

[Actualidades](#)  
[Comunicados de prensa](#)  
[Eventos y ferias](#)  
[EuroBLECH 2012](#)

[Prensas plegadoras](#)  
[Software y control](#)

#### Productos

[Sistemas de corte por chorro de agua](#)

#### Contacto

**Bystronic Laser AG**  
Industriestrasse 21  
CH-3362 Niederönz

Tel: +41 62 956 33 33

Fax: +41 62 956 33 80

[info.laser@bystronic.com](mailto:info.laser@bystronic.com)



## **FILTROS DE CERÁMICA**





## línea de productos

- ▣
▣
 Sistemas de control de la contaminación atmosférica
  - ▣ Filtros de Mangas FIVEPULSE
  - ▣ **Filtros Cerámicos de alta temperatura**
  - ▣ Filtros de Cartuchos
  - ▣ Filtro Compacto
  - ▣ Ciclonos y Multiciclonos
  - ▣ Electrofiltros
  - ▣ SCRUBERS (Venturi, Media energía, Separadores de gotas)
  - ▣ Sistemas de Absorción de Gases por Vía Seca y Semiseca
- ▣ Control del Ruido
- ▣ Climatización y Ventilación
- ▣ Sistemas de Limpieza. Aspiración por Vacío. Máquinas Móviles y Fijas.
- ▣ Transporte Neumático. Fase Diluida y Fase Densa.
- ▣ Ventiladores Centrifugos
- ▣ Oxidación Térmica
- ▣ Incineración
- ▣ Crematorio
- ▣ Molinos
- ▣ Clasificadores Estáticos
- ▣ Clasificadores Dinámicos
- ▣ Secado Instantáneo Flash

## Filtros Cerámicos de alta temperatura

### FIVECERAMIC

Los filtros cerámicos de baja densidad es una nueva tecnología de filtración con la cual se ha demostrado conseguir los menores niveles de emisión de partículas sólidas a la atmósfera.

#### PRINCIPALES VENTAJAS DE LOS FILTROS CERAMICOS

- Temperaturas de filtración más elevadas hasta 900°C.
- Mejor resistencia a la corrosión y al ataque ácido.
- Velocidades de filtración más elevadas.
- Total resistencia a chispas y partículas incandescentes.
- Capacidad elevada para la retención de gases ácidos.
- Vida de los cartuchos cerámicos más larga.
- Mayor eficacia de filtración.



Sistema de filtración de emisiones en HORNO INCINERADOR DE RESIDUOS HOSPITALARIOS



Filtro cerámico en caldera de residuos petroquímicos

### ELIMINACION DE GASES ACIDOS, VOCS, METALES PESADOS Y DIOXINAS POR VIA SECA.

Según el esquema de la izquierda la absorción de ácidos como ClH, FH o SO<sub>2</sub> y la adsorción de metales pesados, VOCS y dioxinas, se produce mediante la introducción al sistema de bicarbonato sódico o cal apagada y carbón activo mediante transporte neumático, consiguiéndose los resultados que cumplen con las Normativas dictadas por la CEE para emisiones tóxicas y peligrosas procedentes de productos industriales como la INCINERACION DE RESIDUOS HOSPITALARIOS.



## **ESTUFA ARMARIO**





<b>Esterilizadores Poupinel</b>	<b>página 178</b>
<b>Estufas de secado y esterilización</b>	<b>páginas 179 a 191</b>
<b>Estufas de precisión universales</b>	<b>páginas 184 a 185</b>
<b>Estufa para alta temperatura</b>	<b>página 188</b>
<b>Estufas para desecación al vacío</b>	<b>páginas 189 y 190</b>
<b>Desecadores</b>	<b>página 191</b>
<b>Estufas bacteriológicas y de cultivos</b>	<b>páginas 192 a 195</b>
<b>Estufas de baja temperatura de precisión</b>	<b>páginas 196 y 197</b>
<b>Cámara de incubación</b>	<b>página 198</b>
<b>Incubadora para cultivos CO<sub>2</sub></b>	<b>página 199</b>
<b>Estufas refrigeradas</b>	<b>páginas 200 a 202</b>
<b>Hornos de mufla</b>	<b>páginas 203 a 206</b>

*“La clave de la calidad se encuentra en el compromiso personal de cada uno de los miembros de la empresa, asumiendo el liderazgo la dirección.”  
Eugenio d’Ors*





## **HORNO FUSIÓN POR ARCO ELÉCTRICO**





# De Song Technology Trading Co., Ltd

## DS Series Electric ARC Furnace

High efficiency and Low energy consumption.

Temperature can be controlled automatically as your request.

DC Square Furnace	Type of Material			Column Number	Power (KVA)	Capacity (T/h)	Power Saving	Cooling water (T/h)
	Steel			3	200	0.3	20%	1
DC Round Furnace for metal melting	Model	Furnace O.D. (mm)	Steel capacity (T/h)	Transformer Power (KVA)	Input voltage (V)	Output voltage (V)	Electrode DIA. (mm)	Cooling water (T/h)
	DS-0.02	200	0.02	50	AC 400	DC 0-120 ADJ	40	1
	DS-0.05	450	0.05	200	AC 400	DC 0-180 ADJ	80	1
	DS-0.1	800	0.1	200	AC 400	DC 0-127 ADJ	65	1
	DS-0.3	800	0.3	315	AC 400	DC 0-180 ADJ	150	1
	DS-0.4	900	0.4	400	AC 400	DC 0-180 ADJ	175	1
	DS-0.5	1000	0.5	500	AC 400	DC 0-180 ADJ	200	1.5
	DS-0.6	1000	0.6	500	AC 400	DC 0-180 ADJ	200	1.5
	DS-0.75	1150	0.75	630	6.3/10KV	DC 0-200 ADJ	250	1.5
	DS-1	1250	1	1000	6.3/10KV	DC 0-250 ADJ	300	2
	DS-1.5	1500	1.5	1250	6.3/10KV	DC 0-280 ADJ	350	2
	DS-2	2000	2	1800	6.3/10KV	DC 0-300 ADJ	350	4
	DS-3	3.2	3	1850	6.3/10KV	DC 90-180 OLTC	350	50
	DS-5	3x2.6	5	3150	6.3/10KV	DC 90-260 OLTC	200x3	50
	DS-6	3x2.6	6	4500	6.3/10KV	DC 0-300 ADJ	250x3	50
Holding furnace	DS-12	4.5x2.6	12	2500	6.3/10KV	DC 0-300 ADJ	250x3	50
DC Round Furnace for Ferrosilicon	Model	Furnace Size O.DxH (m)	Steel capacity (T/h)	Transformer Power (KVA)	Expense of power (Kwh/T)	DC voltage (V)	Electrode DIA. (mm)	Cooling water (T/h)
	DS-1	3.2x2.9	1	1850	5000	DC 70-95 9 steps OLTC	300x3	50
	DS-3	4.5x2.9	3	5000	4500	DC 70-95 9 steps OLTC	450x3	50
AC Square Furnace for Calcium carbide	Model	Furnace size (m)	Capacity (T/h)	Transformer Power (KVA)	Input voltage (V)	Output voltage (V)	Electrode DIA. (mm)	Cooling water (T/h)
	DS-0.5	1.5 x 1 x 0.8	0.5	630	AC 400	AC 45-80, OLTC	200 x 6 pcs	1.5
	DS-1	3*2.2*1.5	1	1850		AC 70-90, 5 steps, OLTC	450*6	2
	DS-2	3 x 1.5 x 1.6	2	2000	18000	AC 30-70 OLTC	300 x 6	2
	DS-2.5	3 x 2 x 1.6	2.5	10 KV	3150	AC 75-130 (12 steps)	300 x 6 pcs	2
DS-6	7.6*1.5*1.5	6	10 KV	5000	AC 70-140 (12 step)	450 x 6 pcs	5	
AC ARC Round Furnace for metal melting	Model	Furnace O.D. (mm)	Steel capacity (T)	Transformer Power (KVA)	Input voltage (V)	Output voltage (V)	Electrode DIA. (mm)	Cooling water (T/h)
	DS-2	2000	2	1800	6.3/10KV	AC 65-165, 9 steps, OLTC	300 x 3	4
	DS-2.5	2700	2.5	2500	6.3/10KV	AC 65-165/9 Class, OLTC	300 x 3	4.5
	DS-10	3.6x2.6	10	4000	6.3/10KV	AC 70-90, 7steps, OLTC	400x3	50
DS-25	4.2x2.8	25	8000	6.3/10KV	AC 90-175, 7 steps, OLTC	350x3	60	
Line frequency furnace for Aluminum melting	Model	Furnace Size LxWxH (m)	Capacity (T/h)	Transformer Power (KVA)	Expense of power (Kwh/T)	Voltage (V)	Cooling water (T/h)	
	DS-1	1.5*1*1.2	1	1000	750	AC 70-220, 9 steps, OLTC	10	



# De Song Technology Trading Co.,Ltd

---

## **Purpose:**

- \* The temperature is more than 2000°C (Automatic control, can be adjusted more than 3200°C).
- \* Usually be used to **smelt metal, Pure iron, Alloy metal, Ore, Ceramic, Calcium carbide, Silicon carbide, Casting iron, Fine carbon steel & Wolfram (W) etc.**
- \* Dislodge impurities of steel, such as Sulfur and Phosphorus.
- \* Making the furnace as per your requirements, such as: Material, Voltage, Capacity etc.

## **Features:**

- \* Flexibility to control the smelting temperature as per the required material.
- \* High thermal efficiency, the condition of furnace is able to control.
- \* Can dislodge most of the impurities of steel, such as phosphorus, sulfur, oxygen and so on, so as to improve the quality.
- \* Easy to control the chemical composition, the alloy is recycled highly and stably.
- \* Equipment is simple, easy maintenance.
- \* Optimized Design Parameter.
- \* Large cross-section and cluster-type water-cooled cable.
- \* PLC + Frequency Converter auto control.
- \* In charge of all construction steps, whole project design, provide spare parts and full set equipment, rebuild service provide, Maintaining / Technical instruction support.

## **Sales terms:**

1. Expiry Date: 20 days, the price will be changed by material price and exchange rate.
2. Delivery term: 45-90 days.
3. Payment term: T/T 30% in advance, the balance against the copy of B/L at sight.
4. Buyer need pay for the installing cost, include round trip air tickets and grants (100 USD per person per day), board and lodging, two persons.

**Include:** ARC Furnace, AC transformer & Rectifier, Control box (PLC+ Frequency Converter), Hydraulic equipment, Water cooled Copper Cable and Water pump.

---

<http://www.de-song.com.cn>

E-mail: [nicole@de-song.com.cn](mailto:nicole@de-song.com.cn)

Tel: +86-371-63339699

Add: Room A1702, Fuhua mansion, Dongdajie street, Zhengzhou, Henan, China



## ARC Furnace:



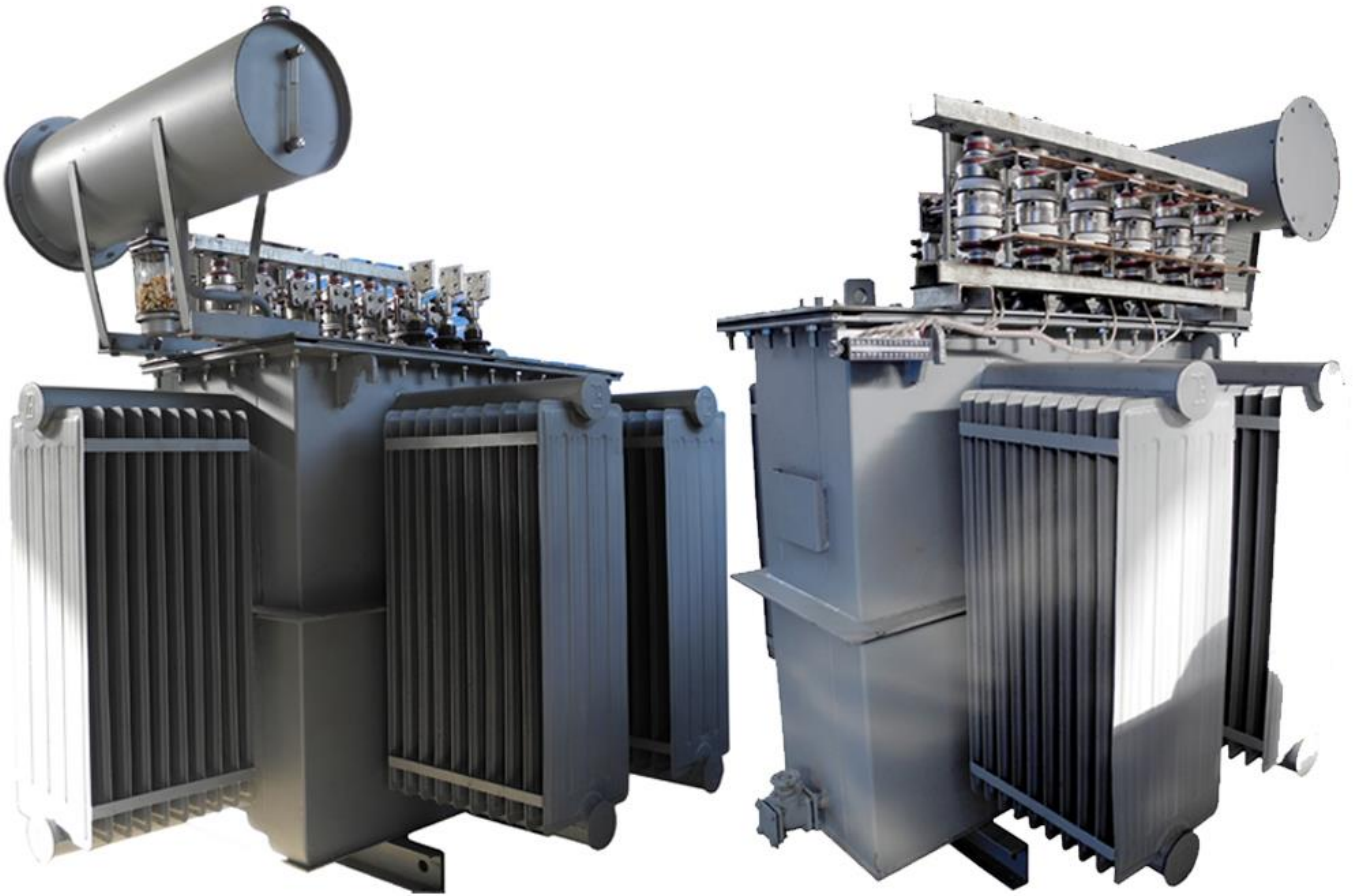
## Control box (PLC + Frequency Converter):





# De Song Technology Trading Co.,Ltd

## Transformer & Rectifier:



## Water-cooled SCR (Silicon-controlled Rectifier):



<http://www.de-song.com.cn>

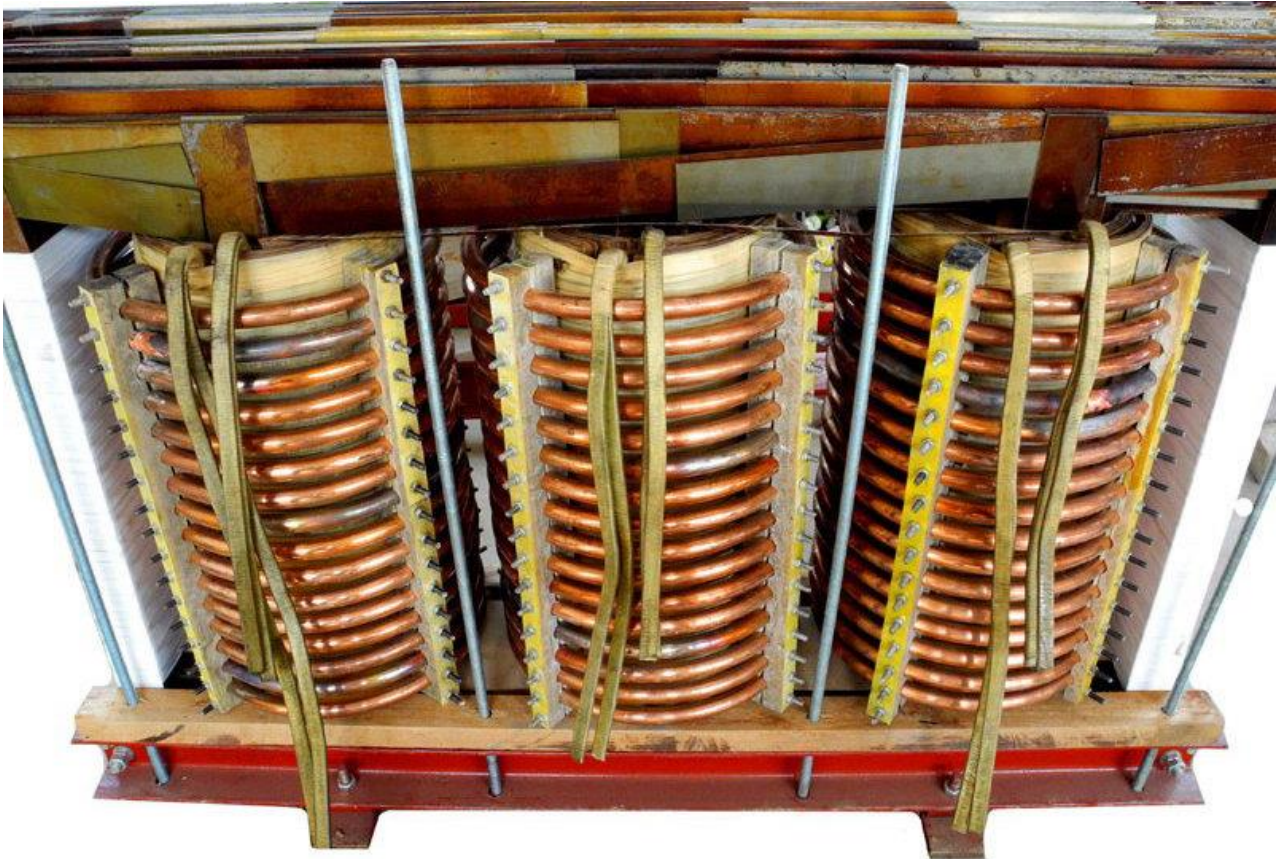
E-mail: [nicole@de-song.com.cn](mailto:nicole@de-song.com.cn)

Tel: +86-371-63339699

Add: Room A1702, Fuhua mansion, Dongdajie street, Zhengzhou, Henan, China



## Inner of Transformer:



## Large section Pure Copper wire:





# De Song Technology Trading Co.,Ltd

## Water Cooling Copper Cable:



## Hydraulic equipment:









## Water pump:







## Equipment list

Name		Quantity (pcs)
ARC furnace		1
Transformer & Rectifier		1
Control box		1
Water cooling cable		2
Hydraulic pump		1
Water pump		1



# De Song Technology Trading Co.,Ltd

Real photo that we sold to Korea:



<http://www.de-song.com.cn>

E-mail: [nicole@de-song.com.cn](mailto:nicole@de-song.com.cn)

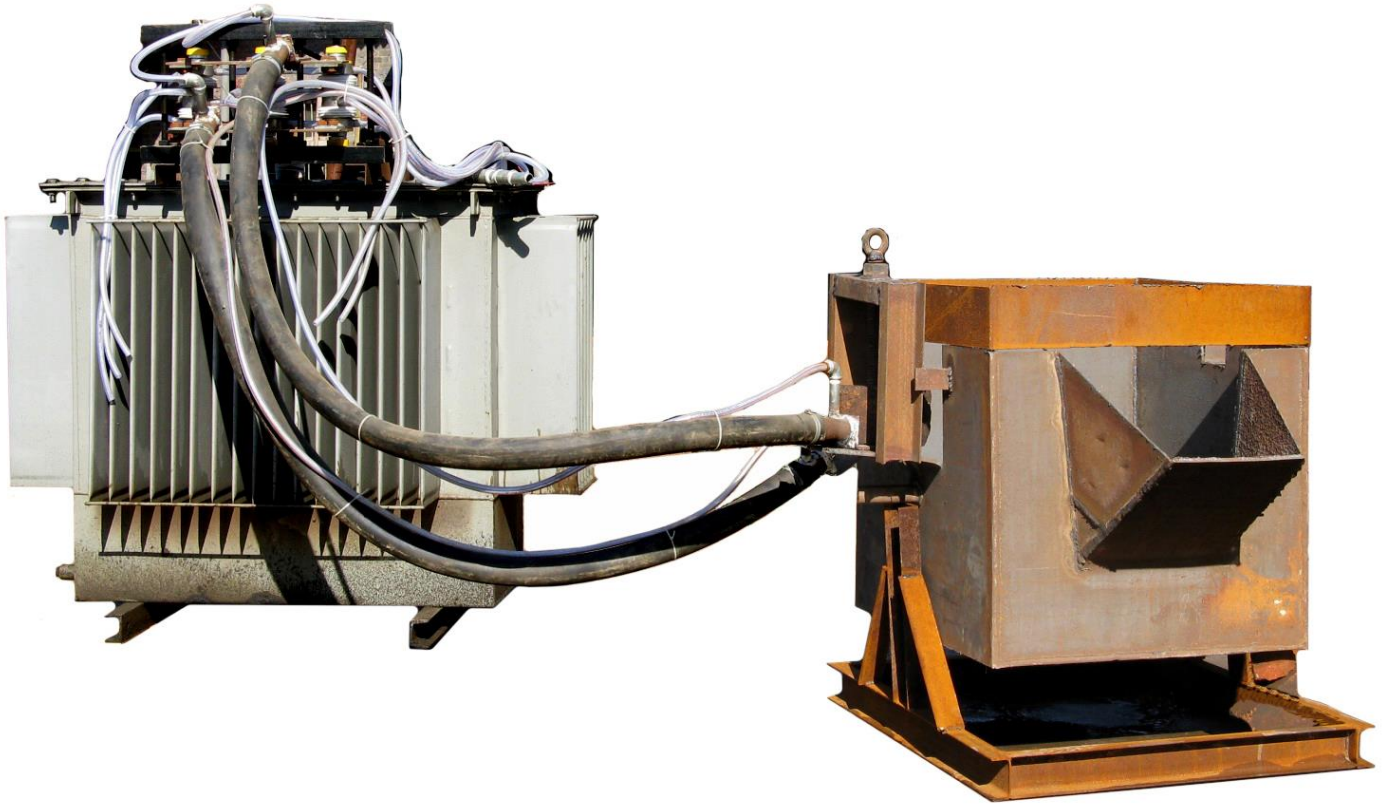
Tel: +86-371-63339699

Add: Room A1702, Fuhua mansion, Dongdajie street, Zhengzhou, Henan, China



# De Song Technology Trading Co.,Ltd

Square DC ARC furnace for iron scrap melting:



Dust collecting system:



<http://www.de-song.com.cn>

E-mail: [nicole@de-song.com.cn](mailto:nicole@de-song.com.cn)

Tel: +86-371-63339699

Add: Room A1702, Fuhua mansion, Dongdajie street, Zhengzhou, Henan, China



## **HORNO DE RECOCIDO**



[Home](#)[Products](#)[Company \(Horn Group\)](#)[News](#)[References](#)[Download](#)[霍恩玻璃工业公司 \(中文\)](#)

## Roller annealing lehr



[All](#) [Description](#) [Features](#) [Technical specifications](#) [Additional pictures](#)

### Description

The HORN roller annealing lehr is a specially designed cooling channel for sheet glass application, e.g. ornament glass, wired glass or profile glass. All customer specifications are considered during the design of the roller annealing lehr.

The endless glass ribbon will be transported through the cooling channel on top of high quality heat resistant stainless steel rollers. The actuation of the steel rollers can be done by a single shaft or by synchronised frequency controlled electric motors. Thus the unique rotation of the rollers is guaranteed.

The housing of the lehr is made by modular steel casings with special computer modelled air channels inside for the distribution of the hot air. Special cooling and circulation fans installed on top of the lehr ensure the unique distribution of the air inside the channels in each section both, above and below the glass ribbon.

Each section is well insulated with high quality fibre insulation to reduce the heat loss to a minimum. Thus low energy consumption and unique temperature distribution can be assured.

Natural gas heaters or electrical heaters provide the required hot air and will be supplied complete with measuring and control equipment.

### Features

- excellent annealing due to the even air flow above and below the glass (optimised via computer simulation)
- low energy consumption due to the high grade insulation
- highest reliability due to the fully developed technology
- long lifetime due to the stable construction
- consideration of specific requirements of the customer

## Contact us

[Click here to contact us »](#)

- width of glass up to 4000 mm
- thickness of the glass 2 - 16 mm
- conveying rollers with group drives, frequency controlled
- heating with gas burners or heating registers
- complete with measuring and control equipment

### Technical specifications

<b>Length of one section</b>	2.250 mm
<b>Glass width</b>	Up to 4.000 mm
<b>Glass thickness</b>	2
<b>Running speed</b>	0,3
<b>Heating</b>	Natural gas, LPG or electricity
<b>Max. temperature</b>	680
<b>Heating up periode 20</b>	6
<b>Air circulation</b>	By special designed circulation fans and shutters

### Additional pictures

Click the small images to zoom them.



[Imprint](#)

[back top](#)

© 2012–2014 HORN Glass Industries AG – All rights reserved.

[Login](#)



## **LAMINADORA**



[Products](#) ▾ 

Search

or

[Post Buying Request](#) ▾[Advanced Search](#)[Home](#) > [Products](#) > [Machinery](#) > [Building Material Machinery](#) > [Glass Production Machinery](#) > [Glass Processing Machinery \(59041\)](#)[Multi-Language Sites](#) ▾[See larger image](#)

## high quality glass rolling machine for glass processing

FOB Price: US \$10,000 - 50,000 / Set | [Get Latest Price](#)

Min. Order Quantity: 1 Set/Sets

Supply Ability: 2000 Set/Sets per Year

Port: Qingdao or Shanghai

Payment Terms: L/C, D/P, T/T, MoneyGram

[Contact Supplier](#)[Leave Messages](#)[Start Order](#)[Add to Inquiry Cart](#)[Add to My Favorites](#)

### Quick Details

Condition:	New	Machine Type:	Insulating Glass Pro...	Production Capacity:	300 set per year
Place of Origin:	Shandong China (M...	Brand Name:	Hexin high quality gl...	Model Number:	HX-002 high quality ...
Voltage:	380V/660V/50Hz	Power(W):	5.5KW	Dimension(L*W*H):	3820*1820*2200
Weight:	8500KG	Certification:	CE	Warranty:	3 years
After-sales Service Provided:	Engineers available ...	Type:	high quality glass ro...		

### Packaging & Delivery

Packaging Detail: sea worthy packaging, steel cases for high quality glass rolling machine

Delivery Detail: 30-50 days for high quality glass rolling machine

### Specifications

high quality glass rolling machine  
 HEXIN cast glass rolling machine is used for continuous rolling of glass.

HEXIN™ cast glass rolling machine is used for continuous rolling of raw, figured and wired (armoured) glass.

With special coated transport rollers the machine is the perfect option for solar glass production.

High efficiency of our rolling machiner is guaranteed by the solid construction and the smooth, precise operation.

The cast glass rolling machine is available in working widths up to 2,700 mm and a maximum roller diameter of 300 mm. A wide range of adjustments enable the adaptation of the cast glass rolling machine to the various melting furnace conditions, melting capacity: from 60 tons up to approx. 150 to/day. For more information about our quality glass rolling machinery, pls contact our sales or agent.

Specification of glass rolling machine:

- 1.Amount of Roll:2/3/4;
- 2.Diameter of Roll: 230mm;
- 3.Work Length:630mm;
- 4.Roll linear Speed:4.5-18.06(m/min);
- 5.Max distance of roll:8mm;
- 6.Speed Ratio:1:1:1;
- 7.Power of Motor: 15(KW)
- 8.Application: glass production;
- 9.Thickness of the article of manufacture: 0.1-10mm;
- 10.Width of the article of manufacture:
- 11.Tolerance of the thickness:  $\pm 0.01$  mm;
- 12.Boundary Dimensions:
- 13.Model:
- 14.Feeding Speed:
- 15.Steady turning speed of glass:
- 16.Glass types for production: Decorative glass, furniture glass, rolled glass, microcrystalline glass, special glass
- 17.Types of production line:Embossed glass, photovoltaic glass;
- 18.Drilling Diameter:140-180 mm;

Pictures show





hexinmachinery.en.alibaba.com



**QINGDAO HEXIN MACHINERY CO.,LTD**

**HEXIN**

THERMOPROCESS EQUIPMENT

## Quality control

High alloy castings, tubes & assemblies for petrochemical industry

We carry out very strict quality control from raw material to each step of the process, until the finished product is dispatched. To make sure the highest quality possible, each test is carried out strictly with our in-house testing facilities. The most generally used methods of testing given below:

- Chemical analysis by Spectrometer
- Mechanical tests in Normal and High temperature.
- Ultrasonic, X-ray, Dye Penetrant Test.
- Boroscope; Eddy current testing; Microscope ; Pressure tests.



Communicate with Supplier:



Ms. Lucy Li:  
What can I do for you?

Product Details

Company Profile

Report Suspicious Activity



## Delivery & Projects

High alloy castings, tube & assemblies for petrochemical industry



Contact Supplier

Leave Messages

Not exactly what you want?  
1 request,multiple quotations  
[Get Quotations Now >>](#)

You May Like:



Shop Group Deals at Wholesale Checkout

### Group Deals

Order Together, Save Together

Shop Now

Not exactly what you want? 1 request,multiple quotations [Get Quotations Now >>](#)

### Send your message to this supplier

From:

Enter email or Member ID.

To: Ms. Lucy Li

#### Sign in to Alibaba.com

Mes

Email or Member ID:

Password:

[Forgot your password?](#)

Send

S:

Your message must be between 20-8000 characters

Recommend matching suppliers if this supplier doesn't contact me on Message Center within 24 hours.

AliSourcePro

Send

#### Related Searches:

[block making machine](#)

[sand crusher](#)

[tile making equipment](#)

[used concrete mixing machinery](#)

[used second hand spinning machine](#)

[cement manufacturing machine](#)

[mining machine parts](#)

[cnc controllers](#)

[shoe spreader](#)

You may also be interested in :

[cnc water jet cutting machine waterjet](#)

[kiln](#)

[glass washing](#)

[glass polishing](#)

[glass machinery and tools](#)

[glass equipment for sale](#)

[bevel](#)

[custom champagne flutes](#)

[glass fusing kiln](#)

[View more](#) ▾

Connect with us:

Free APP:

Input keywords

Subscribe

TradeManager:

Browse by: Manufacturers - Online Shopping - China Gold Suppliers - All Products - Countries - Importers - Customs Data - Buying Requests - China - India

Alibaba Group | Alibaba.com International | Alibaba.com China | AliExpress | Taobao Marketplace | Tmall.com | Juhuasuan | eTao | Alimama  
| Taobao Travel | Xiami | Alibaba Cloud Computing | YunOS | AliTelecom | HiChina | Alipay | Laiwang

Product Listing Policy - Intellectual Property Policy and Infringement Claims - Privacy Policy - Terms of Use

© 1999-2014 Alibaba.com. All rights reserved.





## **MEZCLADORA**



# MEZCLADORA DE MATERIAS PRIMAS

english deutsch **español** buscar

**BACHILLER** EMPRESA

Inicio » productos » equipos de proceso » procesado de sólidos » mezcladores de sólidos » **mezclador bicono**

**Catálogo**

**Equipos de proceso**

Procesado de líquidos

Procesado de sólidos

Secadores al vacío

Mezcladores de sólidos

TURBOMIX

MEZCLADOR DE BANDAS

GRANULAT

**MEZCLADOR BICONO**

MEZCLADOR EN UVE

ELECONOX

RISTAMIX

SURRAMIX

Contacto

¿Dónde estamos?

**MEZCLADOR BICONO**

**Mezclador bicono rotativo - MBC**

Mezclador muy indicado para mezcla de productos de morfología fíjil que debe respetarse durante la mezcla, o aplicaciones con una alta exigencia de limpieza entre lotes.

**Principio de funcionamiento:**

Bombeo relativo a baja velocidad, que hace deslejar suavemente el producto por sus paredes laterales interiores, realizando la mezcla en forma de producto.

**Características:**


- Capacidades desde 10 a 35.000 litros
- Mezcla en batch
- Capacidad de mezcla de 1.10.000 en pocos minutos
- Tiempos de mezcla cortos, máximo 10 minutos
- Mezclas específicas, reproducibles y escalables
- Mezclador de bajo mantenimiento
- Extrema facilidad de limpieza
- Vaciado total del producto
- Certificado "CE" según la Directiva de Seguridad de Máquinas 90/27/CEE


**Accesorios, opcionales y aplicaciones especiales:**

- Pulido interior espejo Ra < 0,2 µm (Gr4 30)
- Pulido exterior mate o brillante
- Inyección de líquidos por aspiración
- Cámara de calefacción y/o refrigeración
- Diseño a presión y/o vacío - var. secador y reactor
- Intensificadores de mezcla, desagregadores o choppers
- Autocarga por vacío
- Posicionamiento automático de la máquina
- Opcionalmente, diseño sanitario GMP, validable FDA.
- Ejecuciones ATEX bajo demanda
- Ejecución ATEX 2000 intrínsecamente certificada
- Sistemas de carga y dosificación de sólidos automáticos
- Pesaje electrónico
- Plantaciones de formulación
- Sistemas de envasado del producto

**Sistemas y aplicaciones típicas**

» Alimentación





Formulario bicono para oferta

de\_solidos/mezcladores/35\_bicono/2195.jpg

Mostrar todas las descargas...

[http://www.bachiller.com/productos/equipos\\_de\\_proceso/procesado\\_de\\_solidos/mezcladores\\_de\\_solidos/mezclador\\_bicono.html](http://www.bachiller.com/productos/equipos_de_proceso/procesado_de_solidos/mezcladores_de_solidos/mezclador_bicono.html)



## **QUEMADORES**



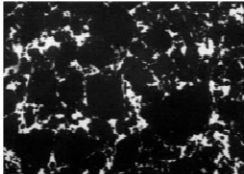
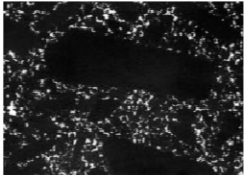


## Quemadores - Calentamiento directo Máximo rendimiento

### Ventajas:

- Sin porosidad, por lo que su resistencia a la oxidación y la corrosión son excelentes
- Excelente estabilidad dimensional hasta las temperaturas límite de aplicación
- Gran seguridad de funcionamiento y rentabilidad en servicio
- Muy buena resistencia al choque térmico
- Conductividad térmica óptima
- Rendimiento óptimo
- Masa reducida

# Datos técnicos

		CarSIK G	CarSIK GG	Micrografía estructura
Densidad	(g/cm <sup>3</sup> )	3.09	3.15	<b>CarSIK-G</b> 
Porosidad abierta	(Vol.%)	0	0	
Resistencia a la flexión	(Mpa)	280	280	<b>CarSIK-GG</b> 
Módulo Weibull		10	10	
Resistencia a la presión	(Mpa)	1000	1000	Fase oscura = SiC Fase clara = Si libre
Módulo elástico	(Gpa)	360	360	
Dureza Vickers	(Mpa)	SiC 25000 Si 9000	SiC 25000	
Coeficiente de dilatación térmica	20°-1000°C	4.9x10 <sup>-6</sup>	4.9x10 <sup>-6</sup>	
	(1/°C)			
Conductividad térmica (W/mK)	100°C	160	160	
	1200°C	24	24	
Calor específico(J/kgK)	RT	600	600	
	1300°C	1200	1200	
Temperatura límite de aplicación	(°C)	1380	1500	
	[Punto de fusión Si (°C)]	[1380]	[1380]	
Composición química (peso %)	SiC	88	92	
	Si libre	11	7	

Estos valores se han obtenido en mediciones de ensayos con muestras, y no tienen validez generalizada para todos los artículos.

La optimización de los procesos de fabricación ha ofrecido a los quemadores cerámicos un amplio abanico de posibilidades de aplicación, habiendo reemplazo en la mayoría de los casos a los materiales metálicos tradicionales.

Desde el punto de vista cerámico, hay que destacar sobre todo el carburo de silicio infiltrado con silicio y ligado por reacción (RBSiC). Este material, en comparación con el SiC recristalizado (RSiC) y el SiC ligado con nitruro de silicio (NSiC), ofrece, gracias a sus excelentes propiedades térmicas, un

rendimiento óptimo a largo plazo.

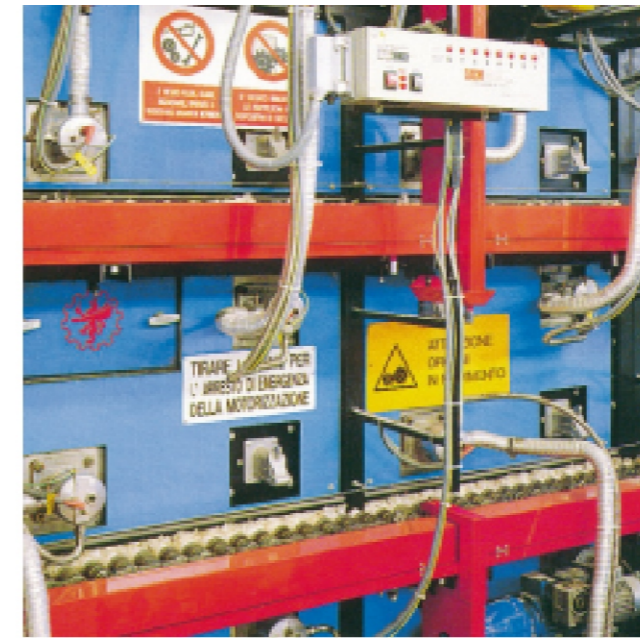
Los constructores de hornos de más renombre nacional e internacional llevan años utilizando las toberas **CarSIK-G** tanto en hornos industriales de aceite o gas (por ej. para quemadores por impulsión o recuperadores) así como en los de uso doméstico.

El creciente nivel de automatización de las instalaciones técnicas exige cada vez más de los componentes cerámicos. Por esta razón, en Schunk Ingenieurkeramik GmbH se desarrollan y fabrican productos

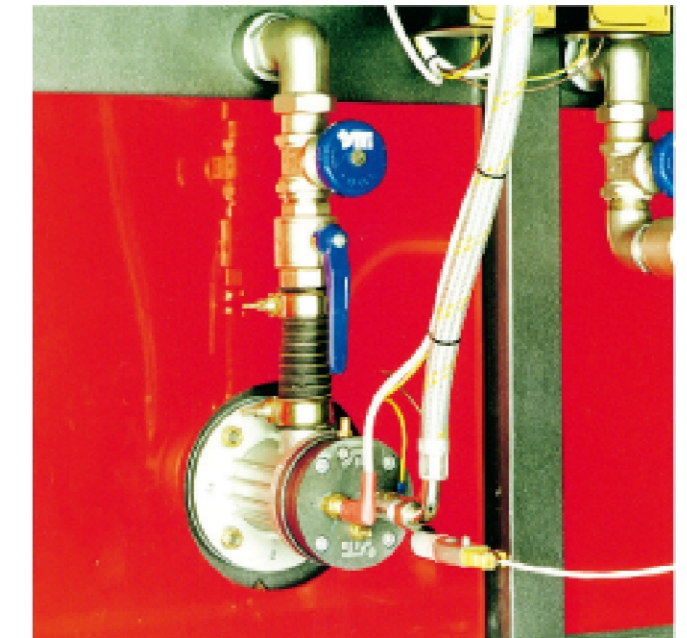
específicos hechos a medida del cliente, en estrecha colaboración con constructores y consumidores. Así por ejemplo, en el sector de los quemadores-recuperadores se han logrado en los últimos años considerables avances tecnológicos.

Con el uso de nuevos conceptos de combustión bajos en NOx y los optimizados materiales cerámicos RBSiC se ha desarrollado una tecnología muy avanzada en la que Schunk Ingenieurkeramik, como fabricante de quemadores, ha alcanzado una destacada posición de mercado.

# Referencias



Horno de rodillos (Sacmi)



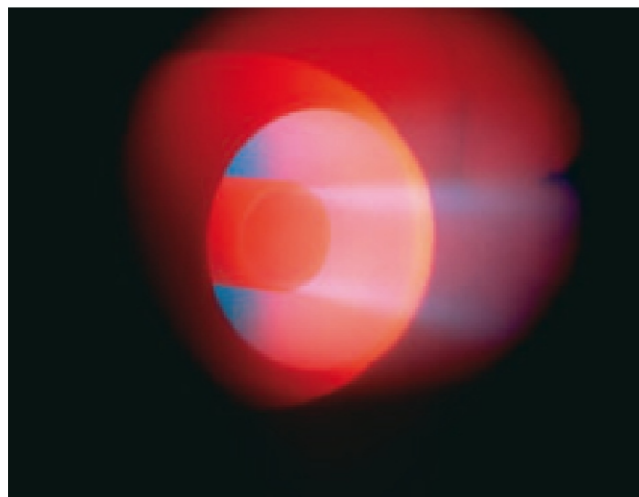
Quemador (Siti)

El amplio know-how en desarrollos y aplicaciones supone una ventaja innovadora gracias a la estrecha colaboración e ingeniería simultánea con clientes de diferentes sectores de mercado. El resultado es el desarrollo de **CarSIK-GG**.

Este material, que debido a la optimización de la mezcla de componentes tiene solamente un contenido de silicio libre <7 % peso, puede usarse, según las condiciones de servicio de la aplicación, en altas temperaturas de hasta 1500 °C - temperaturas en las que los productos comerciales tradicionales

en calidades RBSiC no pueden utilizarse.

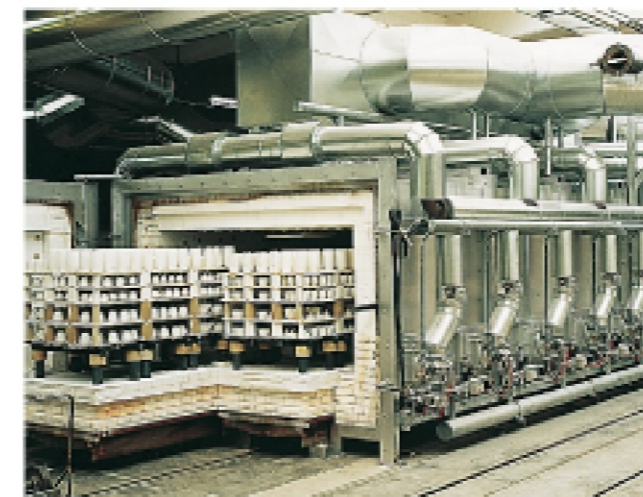
Para las diversas geometrías de estos componentes existen diferentes procedimientos de conformación y fabricación a su disposición, aunque cabe destacar aquí primeramente la técnica de colada de barbotina, que ofrece la posibilidad de fabricar geometrías muy complejas con tolerancias muy exactas - desde el prototipo hasta la fabricación en serie.



Quemador (Stordy)



Calentamiento directo desde el techo con quemadores BIC (Kromschroeder)



Horno de solera móvil (Riedhammer)

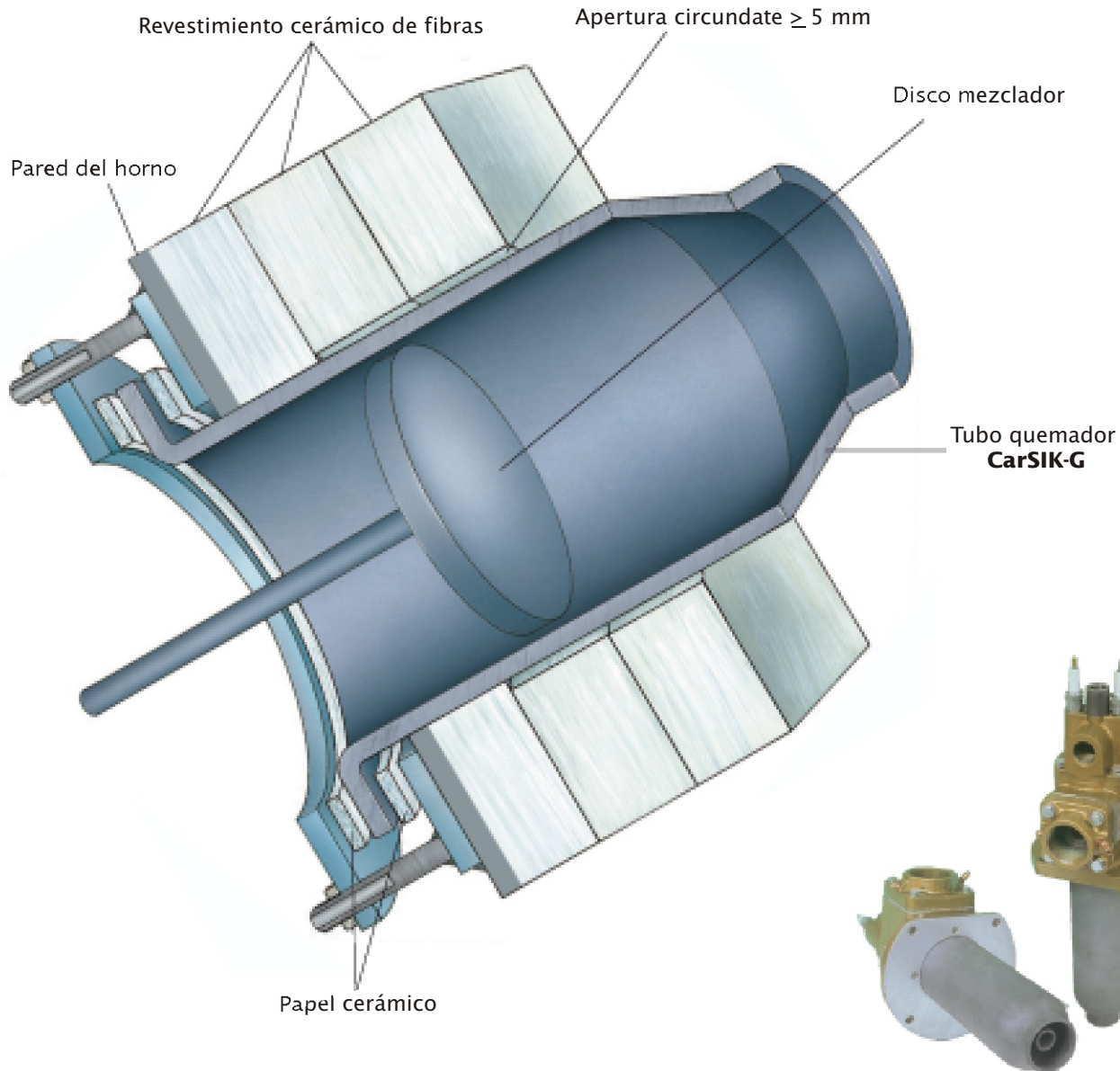


Horno de solera móvil (Eisenmann)



# Datos técnicos

## Instalación típica de tubos quemadores CarSIK



Los componentes termotécnicos de **CarSIK** tienen un diseño totalmente cerámico. La unión perfecta entre periféricos metálicos y elementos cerámicos- el tubo de llamas- es crucial.

### Schunk Ibérica, S.A.

C/ El Horcajo, 6 - Apdo. 52  
P. I. Las Arenas  
28320 Pinto - Madrid

Tels.: 916 912 511 / 913 940 900  
Fax: 916 923 277 / 913 940 931

mail@schunk.es  
www.schunk.es



## **SECADERO**



# Essiccatoi pluricanale

## Séchoirs pluricanal

### Многоярусные сушилки

Con una bocca variabile fra i 2350 ed i 3070 mm., gli essiccatoi orizzontali a rulli a tre canali ETP e quelli a cinque canali ECP vengono generalmente utilizzati in impianti di grande capacità produttiva. Nati per rispondere ai problemi di spazio che si riscontrano in molte ceramiche, questa gamma di essiccatoi è destinata prevalentemente all'alimentazione della linea di smaltatura. Entrambe le versioni hanno struttura modulare e sono composte usualmente da quattro o più celle indipendenti sotto il profilo termoigrometrico. I vari canali vengono alimentati mediante elevatori posti in ingresso e in uscita. Il sistema di movimentazione dei rulli metallici è costituito da una serie di motoriduttori, regolati tramite inverter, ognuno dei quali movimentava i diversi piani (3 o 5) di ciascun modulo. La trasmissione del moto ai rulli avviene

per mezzo di coppie di ruote a denti elicoidali lubrificate a bagno d'olio. Alle due estremità dell'essiccatoio sono poste le rulliere di rilancio che, movimentate da propri motoriduttori, accelerano l'entrata e l'uscita del materiale dall'essiccatoio per facilitare le operazioni di carico e scarico degli elevatori preposti alla distribuzione ed alla raccolta del materiale ai piani. L'impianto termico e quello elettrico così come i dispositivi di sicurezza sono conformi alle normative europee. I dispositivi prevedono, tra le altre cose, protezioni laterali degli elevatori, fune d'emergenza lato motorizzazione, scale di accesso e corrimano nella zona di regolazione e/o manutenzione, isolamento termico e acustico, pulsanti d'emergenza per l'arresto della linea.

Avec une bouche dont la dimension varie entre 2350 et 3070 mm, les séchoirs horizontaux à galets à trois canaux ETP et les séchoirs à cinq canaux ECP sont généralement utilisés sur des installations de grande capacité de production. Nés pour répondre aux problèmes d'espace que l'on rencontre pour de nombreuses céramiques, cette gamme de séchoirs est destinée principalement à l'alimentation de la ligne d'émaillage. Les deux versions présentent une structure modulaire et se composent généralement de quatre (ou plus) cellules indépendantes au niveau thermohygrométrique. Les différents canaux sont alimentés par l'intermédiaire d'élevateurs situés en entrée et en sortie. Le système d'actionnement des galets métalliques se compose d'une série de motoréducteurs réglés par onduleurs, chacun desquels actionne les différents étages (3 ou 5) de





## **CABEZALES DE SERIGRAFIA**

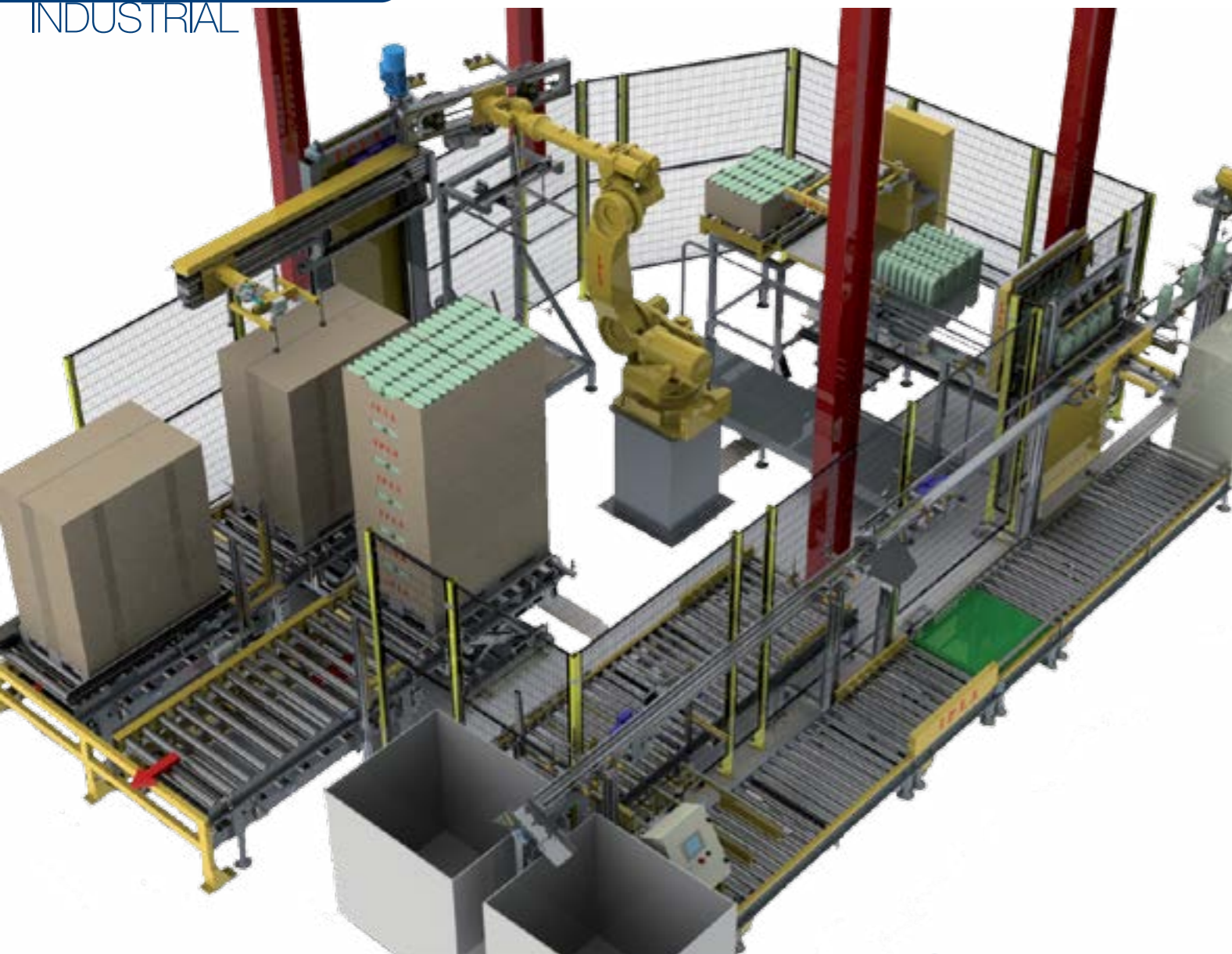








## **TRANSPORTE LÍNEA PRODUCCIÓN**



# ROBOT

## ROBOT

### DESCRIPCIÓN

Máquina concebida para el manipulado de todo tipo de elementos, destacada por su gran polivalencia.

El robot antropomorfo puede programarse para manipular cualquier tipo de elemento, para ello IPLA diseña y fabrica garras que permiten el manipulado de cajas, garrafas, botellas, sacos o cualquier elemento.

Además de la programación del propio robot, en función del tipo de elemento a manipular se integran en la celda toda una serie de maquina auxiliares, como pueden ser movimentaciones, mesas formadoras de mosaicos, etc.

### DESCRIPTION

*Machine conceived to manipulate all kind of elements, very polivalent.*

*The anthropomorphic robot can be programmed to manipulate any kind of element. IPLA designs and build grips which allow the robot to manipulate boxes, demijohns, bottles, bags, or any other element.*

*Besides the own robot's programs, depending in the kind of element to manipulate there can be implemented into the cell a whole series of auxiliary machines like pallets or element handling systems, tables to prepare the mosaics, etc.*

### TIPOS DE GARRA

- De plano completo por presión para cajas.
- De filas por presión para cajas.
- De aspiración para botes.
- De mordazas y gancho para garrafas.
- De peine inferior para packs.
- De peines para sacos.
- Diseño de pinzas a medida según necesidad del cliente.

### GRIP TYPES

- Complete plane by pressure for boxes.
- By clamps for boxes.
- Vacuum grip for cans
- Clamps and grapple grip for demijohns.
- Of lower sweep for packs.
- Bags manipulator.
- Grips designed according to the customer's needs.

### CARACTERÍSTICAS

- Modelo de robot especialmente escogido para cubrir las necesidades de la instalación.
- Marca del robot a elección del cliente.
- Maquinaria auxiliar construida con tubo de acero electrosoldado, chapa conformada y pletinas.
- Acabados en pintura epoxi, poliuretano de dos componentes o zincado.
- Posibilidad bajo demanda de automatización de movimentación de palets.

### FEATURES

- Robot model especially chosen to cover the installation's needs.
- Brand of the robot chosen by customer.
- Auxiliary machine built with electro welded steel tubes, conformed plate and sheet bars.
- Finished in epoxy paint, dual component polyurethane or zinc coated.
- Possibility of automatic pallet movement under request.

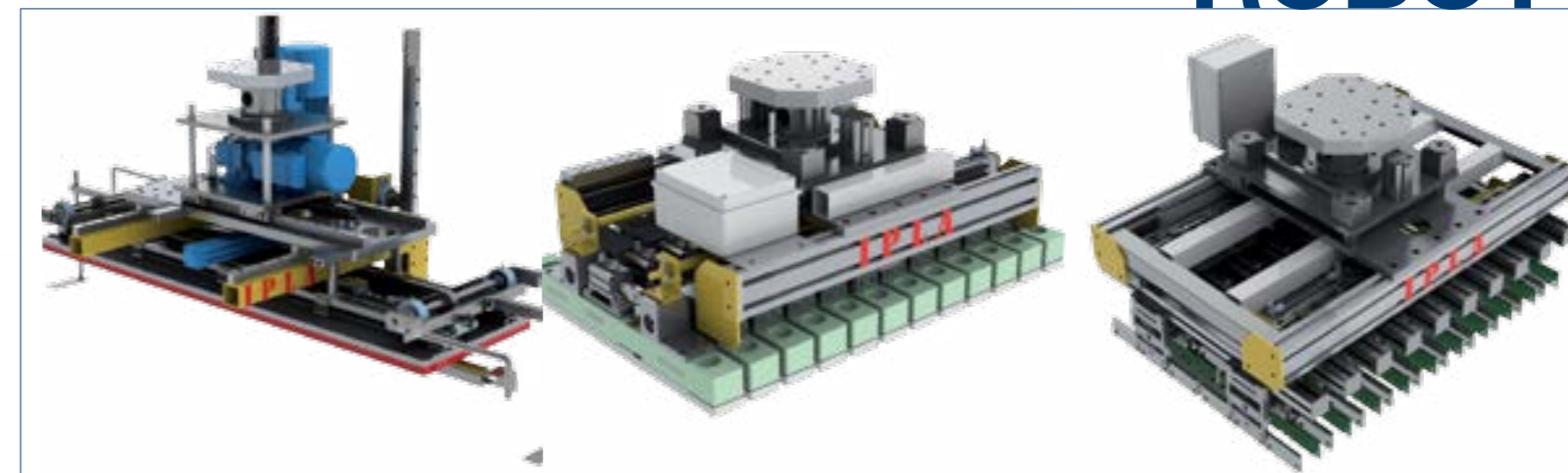
### VENTAJAS

- Tamaño reducido.
- Gran precisión de posicionado.
- Gran versatilidad.
- Posibilidad de trazabilidad (etiquetas fuera).
- Posibilidad de varios puntos de trabajo.
- Fácil cambio de pinza.
- Posibilidad de manipular elementos muy diferentes al cambiar la pinza.

### ADVANTAGES

- Small size.
- High placement precision.
- High versatility.
- Traceability possibility.
- Multiple workplaces possibility.
- Easy grip change.
- Possibility of manipulating different elements after changind the grip.

# ROBOT



# ROBOT



## 12. REFERENCIAS.

- [1] J. M. F. Navarro, *El vidrio*. Editorial CSIC - CSIC Press, 2003, p. 720.
- [2] A. Barba, V. Beltrán, C. Feliu, J. García, F. Gines, E. Sánchez, and Vi. Sanz, *Materias primas para la fabricación de soportes de baldosas cerámicas*, ITC. Castellón, 2000, p. 291.
- [3] B. V. Valencia, “Termodinámica I,” *Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales*, 2014. [Online]. Available: [http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4090002/html/pages/cap3/c3\\_5.htm](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4090002/html/pages/cap3/c3_5.htm). [Accessed: 24-Jul-2014].
- [4] McLellan and Shand, *Glass Engineering Handbook*, 3rd ed. 1984.
- [5] Bystronic, “Sistema de corte por chorro de agua ByJet Flex.” [Online]. Available: <http://www.bystronic.com/es/productos/sistemas-chorro-agua/ByJetFlex.php>. [Accessed: 28-Jul-2014].
- [6] U. de Sevilla, “Gráficas y Ecuaciones de Transmisión de Calor,” 2013. [Online]. Available: [http://www.esi2.us.es/~jfc/Descargas/TC/Coleccion\\_tablas\\_graficas\\_TC.pdf](http://www.esi2.us.es/~jfc/Descargas/TC/Coleccion_tablas_graficas_TC.pdf).



## DOCUMENTO III. PLANOS

---

*PLANTA PILOTO PARA EL DESARROLLO*

*DE SOPORTES VITROCERÁMICOS*

AUTORA

Dra. Ester Barrachina Albert

DIRECTORES

Prof. Dr. Arnaldo Moreno Berto

Prof. Dr. Juan B. Carda Castelló

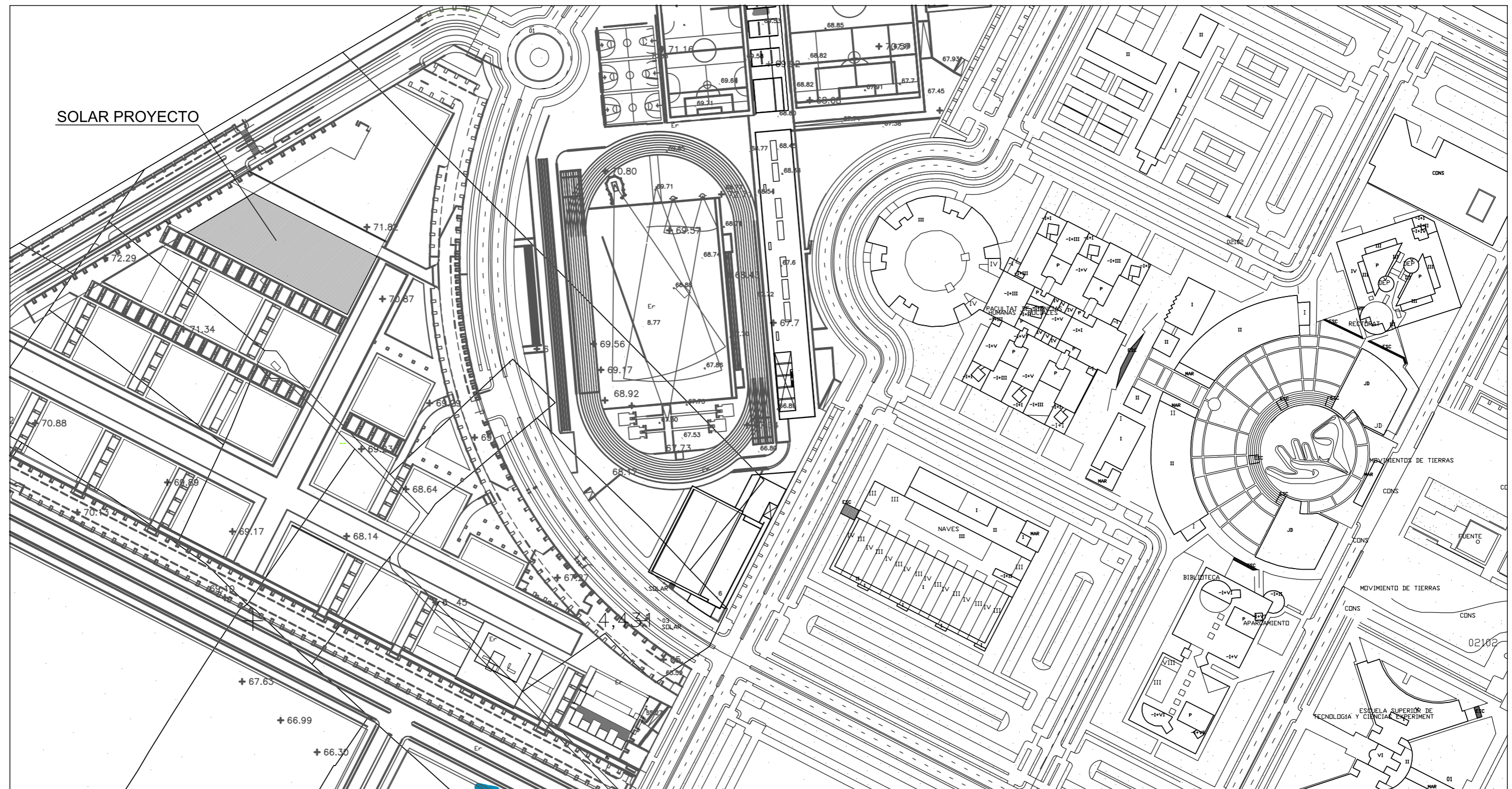
Castellón, Septiembre de 2014



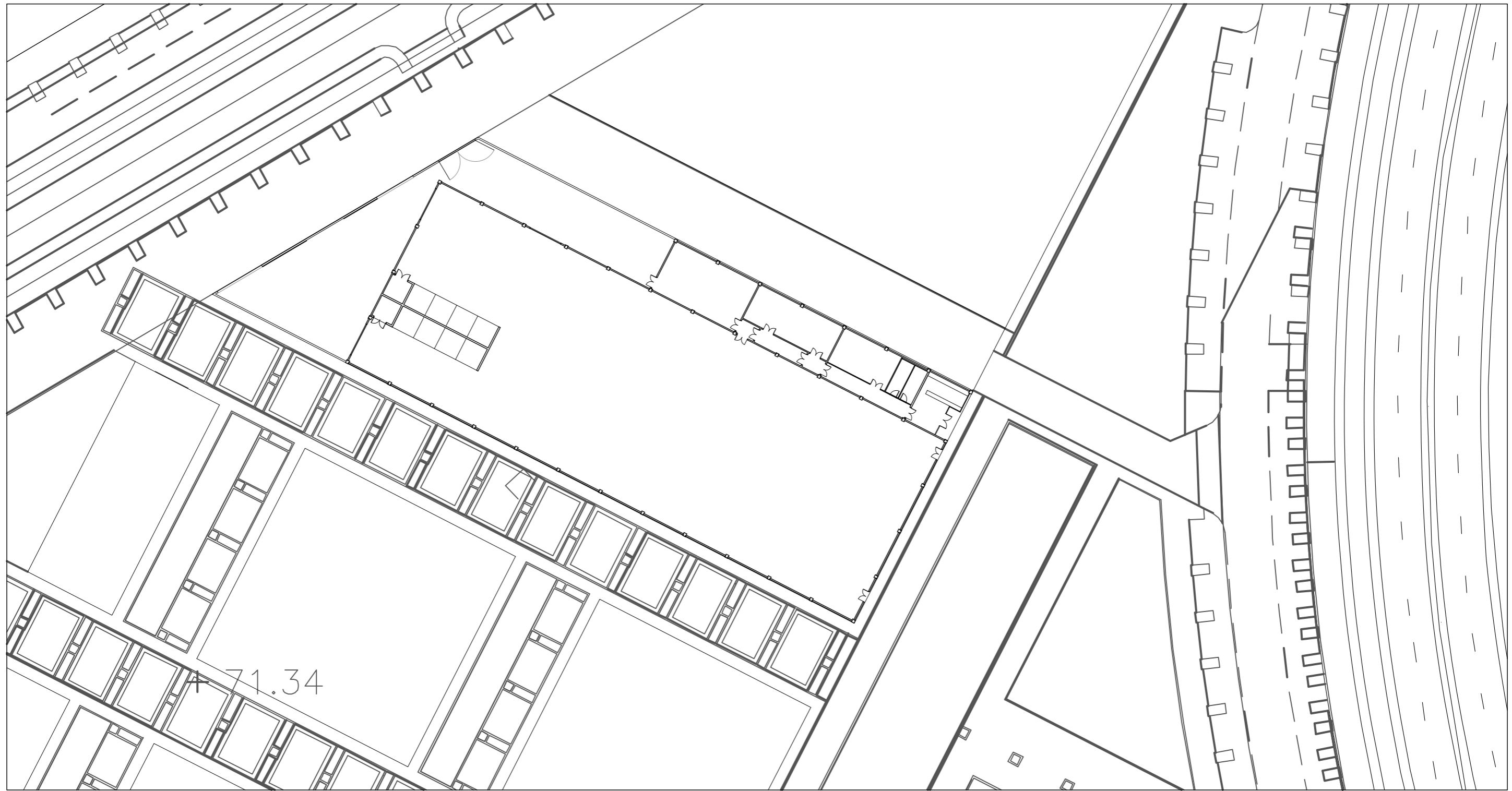


## **Índice**

1. PLANO P01. Situación.
2. PLANO P02. Emplazamiento.
3. PLANO P03. Planta esquema maquinaria.
4. PLANO P04. Planta distribución.
5. PLANO P05. Secciones.
6. PLANO P06. Planta instalación eléctrica
7. PLANO P07. Planta instalación fontanería y saneamiento.
8. PLANO P08. Planta instalación protección contra incendios.



PROYECTO DE:			
PLANTA PILOTO PARA EL DESARROLLO DE SOPORTES VITROCERÁMICOS			
INGENIERO/A:		SITUACIÓN	
D <sup>a</sup> . ESTER BARRACHINA ALBERT		UNIVERSITAT JAUME I. CASTELLÓN	
REFERENCIA		PROMOTOR	
E-001/14		UNIVERSITAT JAUME I	
FECHA		ESCALA	
SEPTIEMBRE 2014		E=1/2000	
SITUACIÓN			PLANO Nº
SITUACIÓN			P01



PROYECTO DE:

**PLANTA PILOTO PARA EL DESARROLLO DE SOPORTES VITROCERÁMICOS**

INGENIERO/A:

D<sup>a</sup>. ESTER BARRACHINA ALBERT

SITUACIÓN

UNIVERSITAT JAUME I. CASTELLÓN

PROMOTOR

UNIVERSITAT JAUME I

REFERENCIA

E-001/14

ESCALA

E=1/500

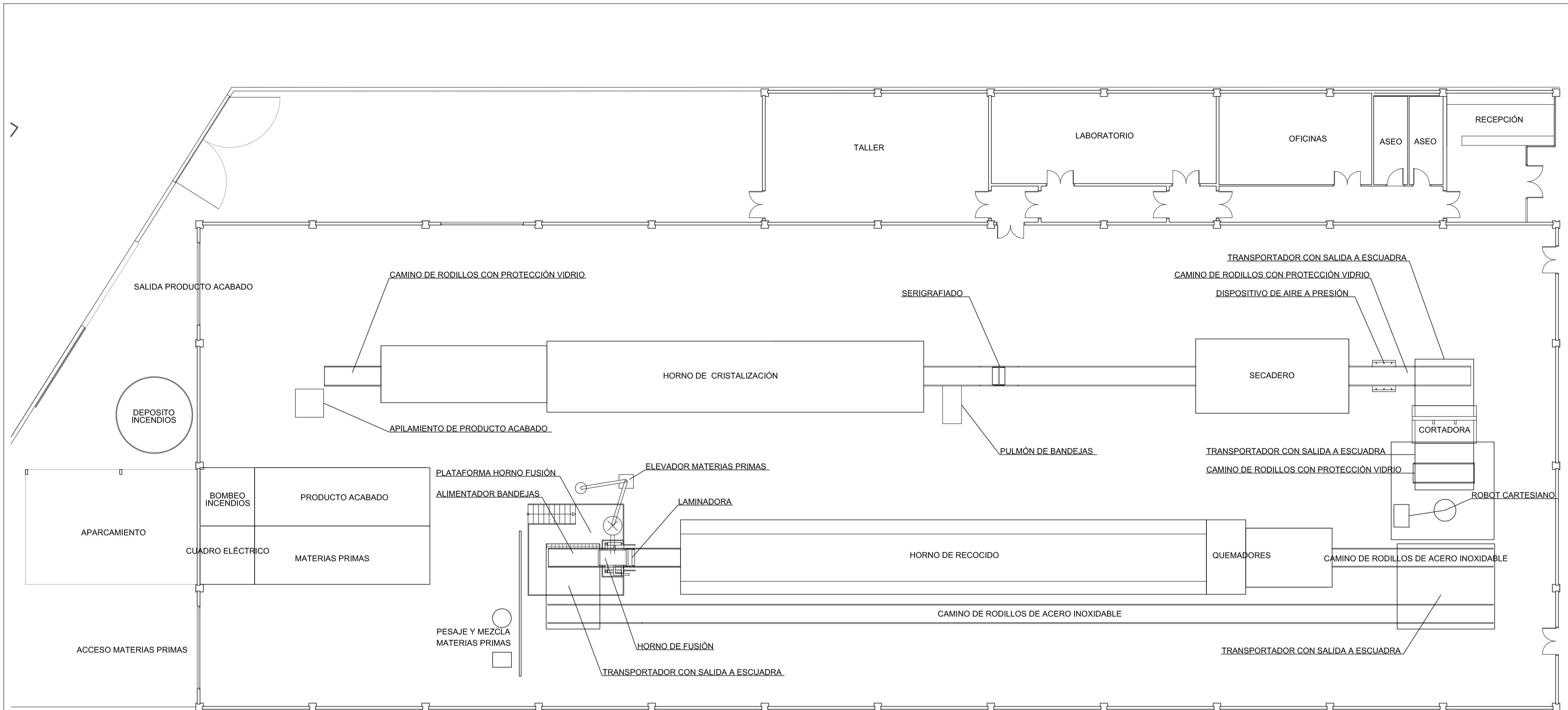
PLANO Nº

**P02**

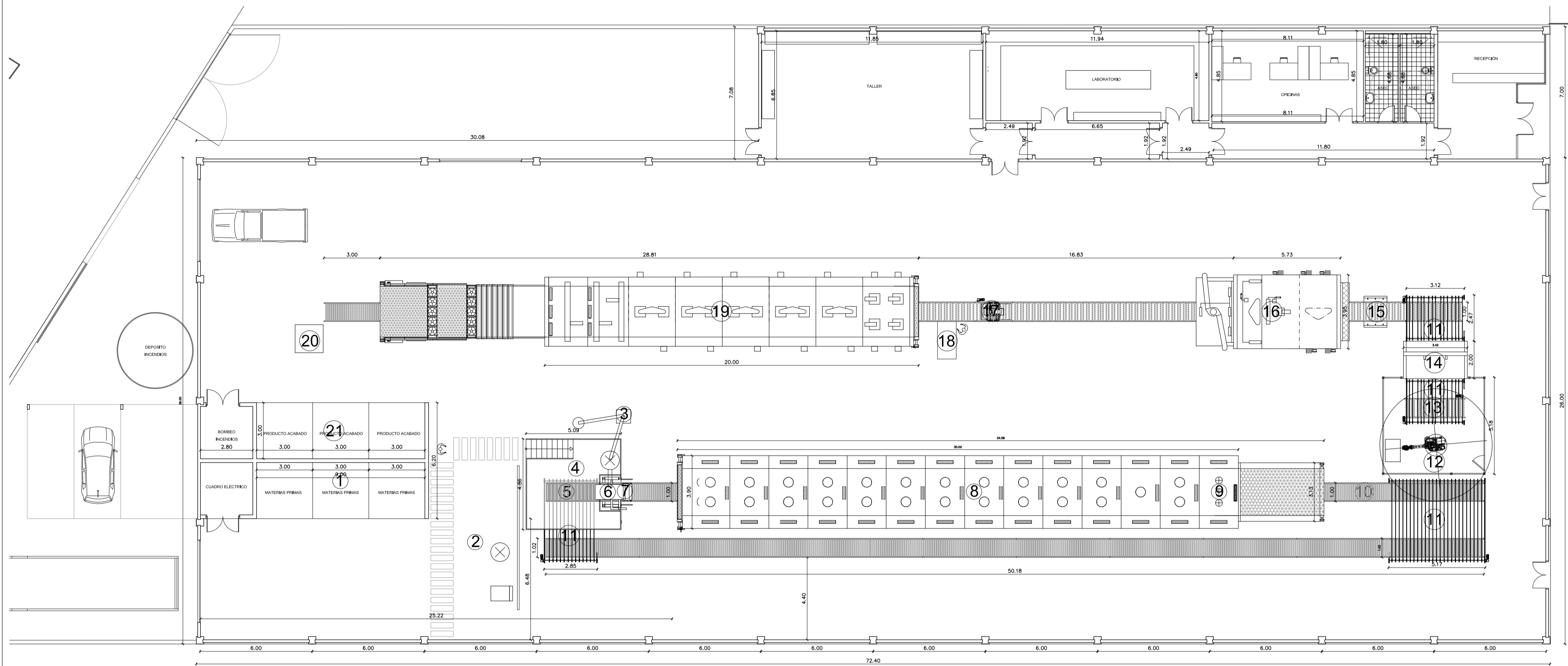
FECHA

SEPTIEMBRE 2014

EMPLAZAMIENTO



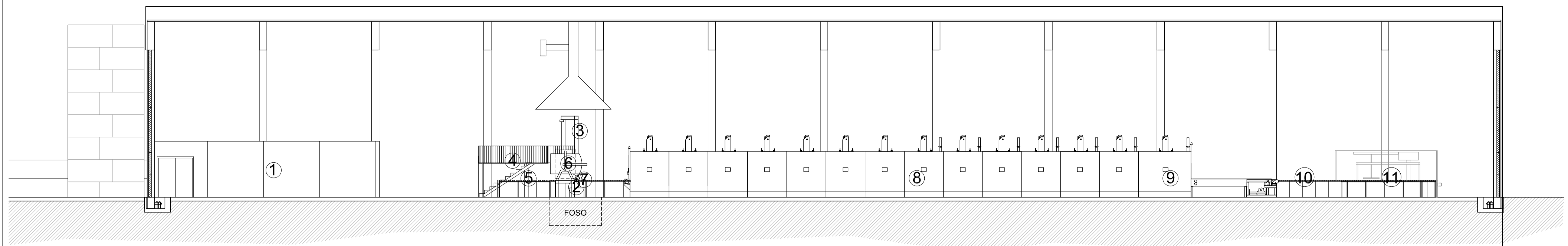
PROYECTO DE:			
PLANTA PILOTO PARA EL DESARROLLO DE SOPORTES VITROCERÁMICOS			
INGENIERO/A:		SITUACIÓN	
D <sup>a</sup> . ESTER BARRACHINA ALBERT		UNIVERSITAT JAUME I. CASTELLÓN	
		PROMOTOR	
		UNIVERSITAT JAUME I	
REFERENCIA	E-001/14	ESCALA	PLANO Nº
FECHA	SEPTIEMBRE 2014	E=1/150	PLANTA ESQUEMA MAQUINARIA
			<b>P03</b>



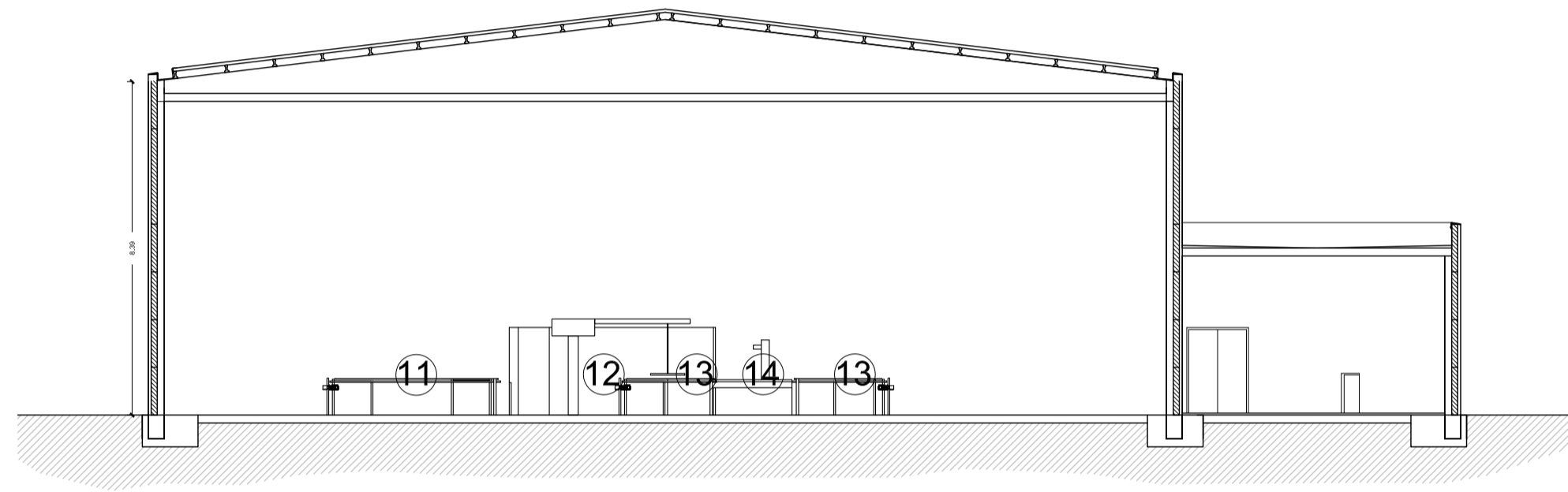
Listado equipos planta piloto:

- |  |   |
|--|---|
| 1. Almacén materias primas.                  | 11. Transportador con salida en escuadra.   |
| 2. Pesaje de materias primas.                | 12. Robot cartesiano.   |
| 3. Elevador de materias primas.              | 13. Camino de rodillos de acero inoxidable con protección para manipular vidrios. |
| 4. Plataforma del horno de fusión.           | 14. Cortadora de chorro de agua a presión.  |
| 5. Alimentación de bandejas a la laminadora. | 15. Dispositivos de aire a presión.   |
| 6. Horno de fusión.                          | 16. Secadero.   |
| 7. Laminadora.                               | 17. Cabezal para serigrafiado.  |
| 8. Horno de recocido.                        | 18. Pulmón de bandejas refractarias.  |
| 9. Quemadores.                               | 19. Horno de cristalización.  |
| 10. Camino de rodillos de acero inoxidable.  | 20. Apilamiento de producto acabado.  |
|  | 21. Almacén de producto acabado.  |

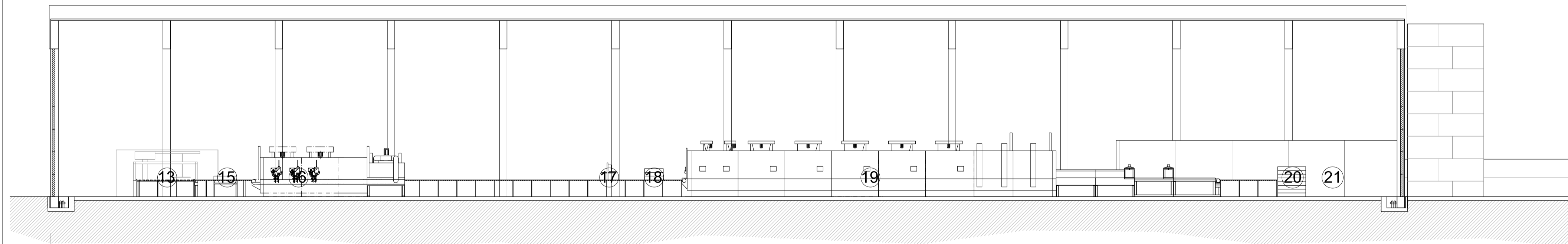
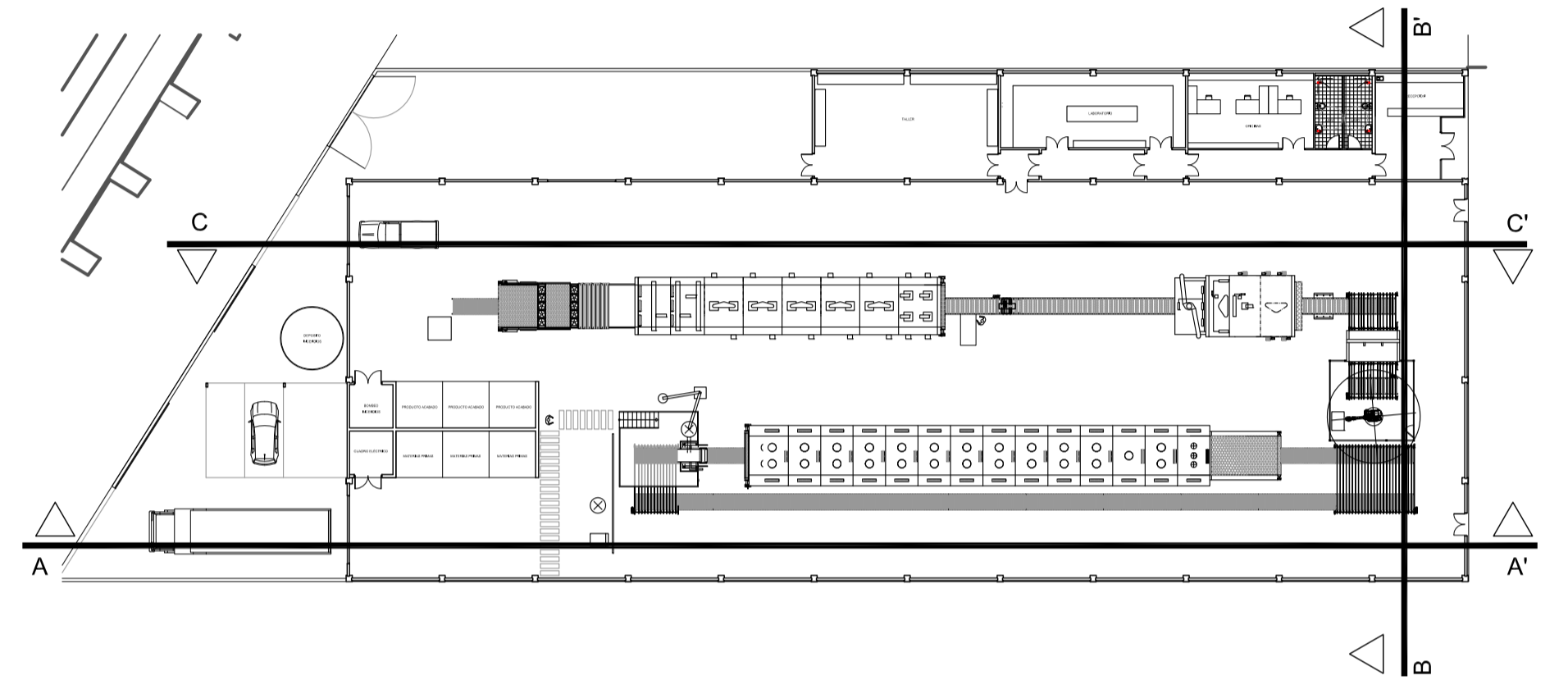
PROYECTO DE:			
PLANTA PILOTO PARA EL DESARROLLO DE SOPORTES VITROCERÁMICOS			
INGENIERO/A:		SITUACIÓN	
D <sup>a</sup> . ESTER BARRACHINA ALBERT		UNIVERSITAT JAUME I. CASTELLÓN	
REFERENCIA		PROMOTOR	
E-001/14		UNIVERSITAT JAUME I	
FECHA		ESCALA	PLANO N <sup>o</sup>
SEPTIEMBRE 2014		E=1/150	PLANTA DISTRIBUCIÓN
			<b>P04</b>



SECCIÓN A-A'



SECCIÓN B-B'



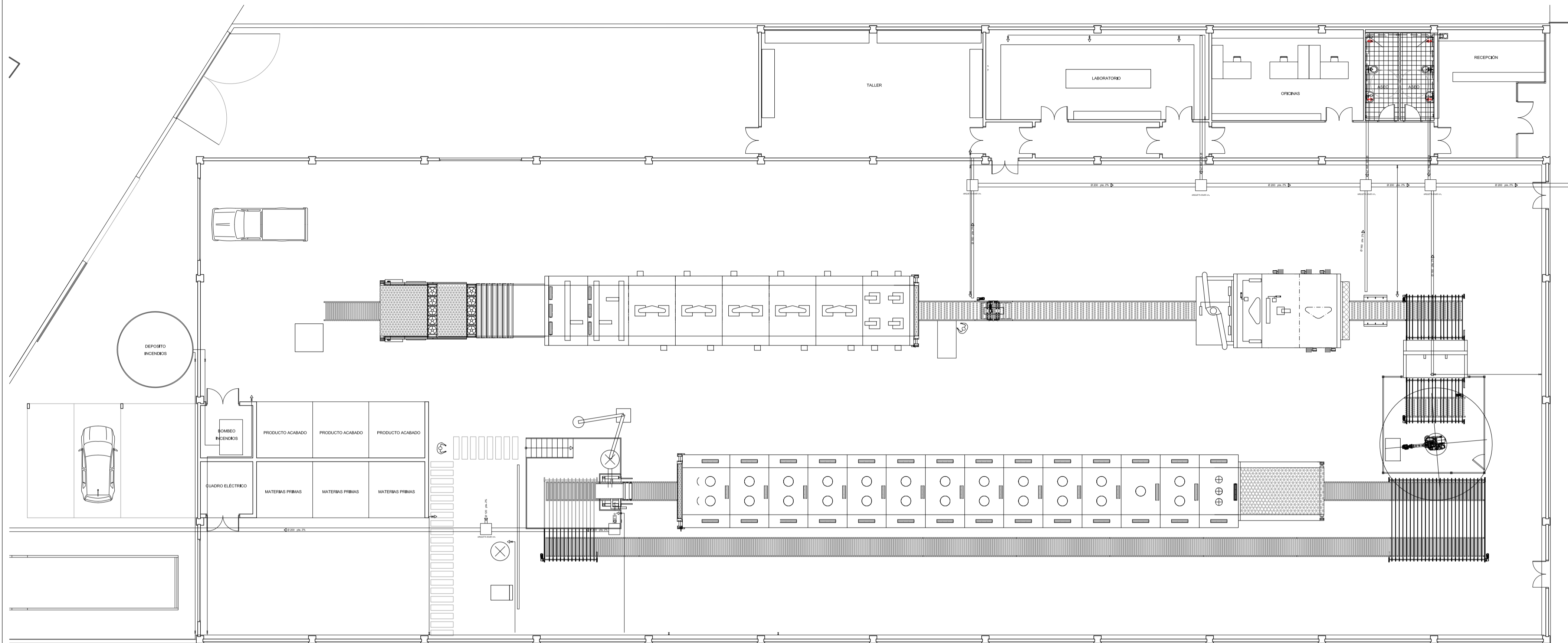
SECCIÓN C-C'

Listado equipos planta piloto:

- |  |   |
|--|---|
| 1. Almacén materias primas.                  | 11. Transportador con salida en escuadra.   |
| 2. Pesaje de materias primas.                | 12. Robot cartesiano.   |
| 3. Elevador de materias primas.              | 13. Camino de rodillos de acero inoxidable con protección para manipular vidrios. |
| 4. Plataforma del horno de fusión.           | 14. Cortadora de chorro de agua a presión.  |
| 5. Alimentación de bandejas a la laminadora. | 15. Dispositivos de aire a presión.   |
| 6. Horno de fusión.                          | 16. Secadero.   |
| 7. Laminadora.                               | 17. Cabezal para serigrafiado.  |
| 8. Horno de recocido.                        | 18. Pulmón de bandejas refractarias.  |
| 9. Quemadores.                               | 19. Horno de cristalización.  |
| 10. Camino de rodillos de acero inoxidable.  | 20. Apilamiento de producto acabado.  |
|  | 21. Almacén de producto acabado.  |

PROYECTO DE:			
PLANTA PILOTO PARA EL DESARROLLO DE SOPORTES VITROCERÁMICOS			
INGENIERO/A:		SITUACIÓN	
D <sup>a</sup> . ESTER BARRACHINA ALBERT		UNIVERSITAT JAUME I. CASTELLÓN	
REFERENCIA		PROMOTOR	
E-001/14		UNIVERSITAT JAUME I	
FECHA		ESCALA	
SEPTIEMBRE 2014		E=1/150	
		SECCIONES	
		PLANO N <sup>o</sup>	
		P05	



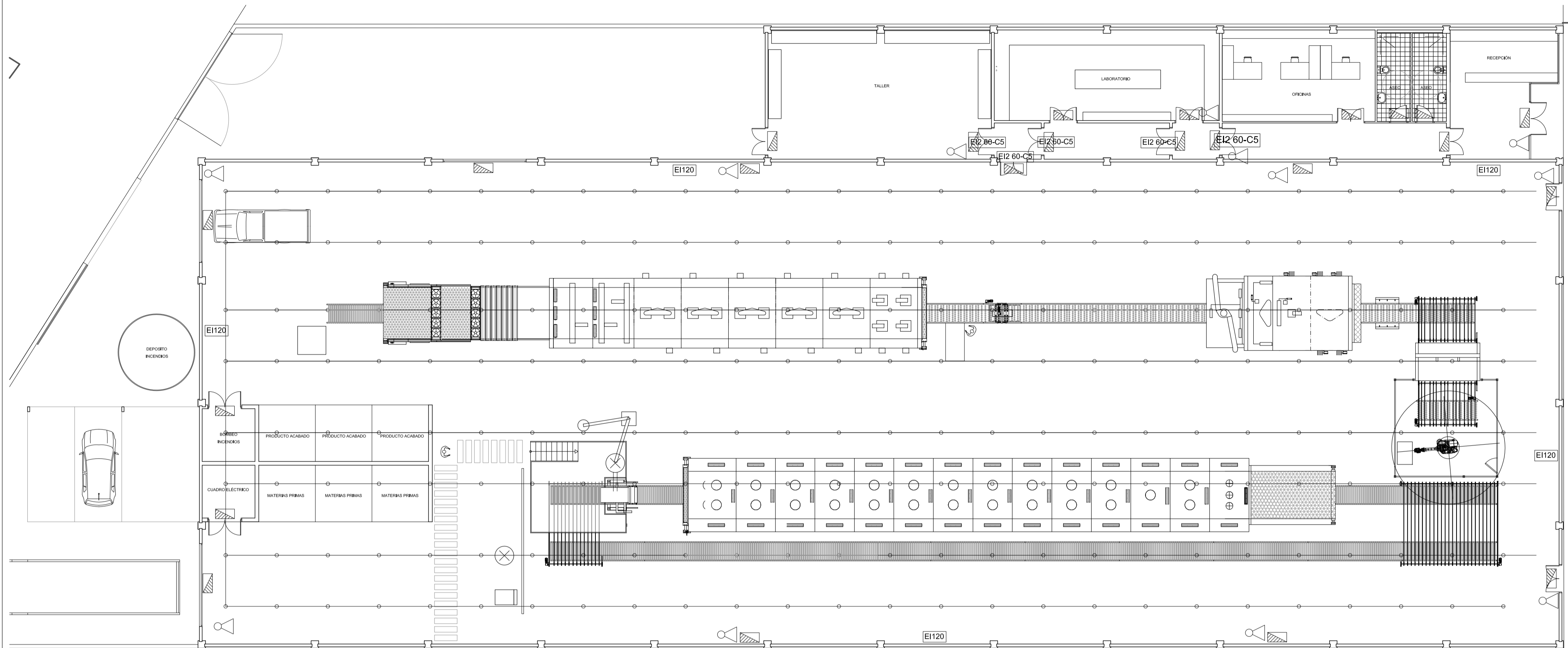





—	Ramal entrada acometida y tubo de alimentacion	—	Grifo alimentacion aparato sanitario agua fria
—	Llave general de paso (ubicada en arqueta especial)	—	Grifo alimentacion aparato sanitario agua caliente
—	Contador general (ubicado en camara o armario)	—	Grifo automatico o fluxor
—	Bateria de contadores divisionarios (ubicados en plantas bajas)	—	Electrobomba de impulsión o de recirculación
—	Contador divisionario (ubicado en baterías)	—	Caldera
—	Canalización agua fria	—	
---	Canalización agua caliente	—	
—	Llave de paso (aisla una derivacion o alimentacion a sanitarios o grupos de sanitarios)	—	
—	Grifo de vaciado	—	
—	Valvula automatica reductora de presion	—	
—	Valvula de retencion o antiretorno	—	
—	Deposito acumulador o de reserva	—	
—	Grupo de sobreelevacion	—	
—	Dispositivo antiariete	—	

PROYECTO DE:  
**PLANTA PILOTO PARA EL DESARROLLO DE SOPORTES VITROCERÁMICOS**

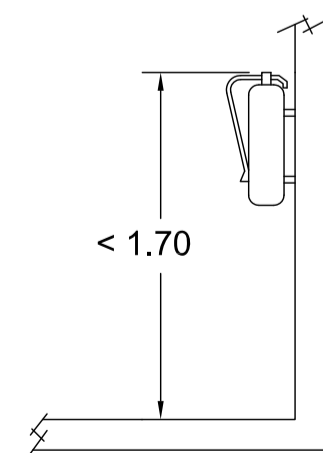
INGENIERO/A: D <sup>a</sup> . ESTER BARRACHINA ALBERT		SITUACIÓN UNIVERSITAT JAUME I. CASTELLÓN	
REFERENCIA E-001/14		PROMOTOR UNIVERSITAT JAUME I	
FECHA SEPTIEMBRE 2014		ESCALA E=1/150	PLANO N <sup>o</sup> <b>P07</b>
		PLANTA INSTALACIÓN FONTANERÍA Y SANEAMIENTO	





-  ALUMBRADO DE EMERGENCIA
-  ROCIADORES
-  EXTINTOR

### COLOCACION DE EXTINTORES MOVILES



PROYECTO DE:			
PLANTA PILOTO PARA EL DESARROLLO DE SOPORTES VITROCERÁMICOS			
INGENIERO/A:		SITUACIÓN	
D <sup>a</sup> . ESTER BARRACHINA ALBERT		UNIVERSITAT JAUME I. CASTELLÓN	
REFERENCIA		PROMOTOR	
E-001/14		UNIVERSITAT JAUME I	
FECHA		ESCALA	PLANO N <sup>o</sup>
SEPTIEMBRE 2014		E=1/150	PLANTA INSTALACIÓN PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO
			<b>P08</b>



**DOCUMENTO IV.**  
**PLIEGO DE CONDICIONES**

---

***PLANTA PILOTO PARA EL DESARROLLO***  
***DE SOPORTES VITROCERÁMICOS***

AUTORA

Dra. Ester Barrachina Albert

DIRECTORES

Prof. Dr. Arnaldo Moreno Berto

Prof. Dr. Juan B. Carda Castelló

Castellón, Septiembre de 2014



## Índice

<b>1. INTRODUCCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA OBRA O PROYECTO .....</b>	<b>5</b>
1.1. Alcance y ámbito de aplicación .....	5
1.2. Descripción del proceso .....	6
1.3. Normas, reglamentos y ordenanzas .....	7
1.4. Preinscripciones de los materiales. ....	10
1.5. Garantías de calidad (Marcado CE) .....	12
1.6. Relación de maquinaria, equipos e instalaciones principales .....	15
<b>2. CONDICIONES GENERALES.....</b>	<b>16</b>
2.1. Condiciones generales facultativas .....	16
2.1.1. El promotor .....	16
2.1.2. El proyectista .....	18
2.1.3. El Contratista .....	20
2.1.4. Facultades de la Dirección de Obras .....	23
2.1.5. Libro de órdenes .....	26
2.1.6. Replanteo y preparación.....	26
2.1.7. Comienzo, ritmo, plazos y condiciones generales de la ejecución de los trabajos	26
2.1.8. Controles de calidad y ensayos .....	28
2.1.9. Obras defectuosas y modificaciones por causa de fuerza mayor .....	28
2.2. Condiciones generales económicas .....	30
2.2.1. Contrato de obra .....	31
2.2.2. Garantía o Fianza. Concepto y Condiciones de devolución .....	32
2.2.3. Precios unitarios de ejecución material y por Contrata.....	32
2.2.4. Precios contradictorios.....	35
2.2.5. Mejoras y Modificados de obra, instalaciones y maquinaria .....	36
2.2.6. Valoración, medición y abono de los trabajos.....	36
2.2.6.1. Forma y plazos de abono de las obras .....	36
2.2.6.2. Relaciones valoradas y certificaciones .....	36
2.2.6.3. Mejora de obras libremente ejecutadas .....	37
2.2.6.4. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada .....	37
2.2.6.5. Abono de trabajos especiales no contratados .....	38
2.2.6.6. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía .....	38

---

2.2.7. Penalizaciones .....	38
2.2.8.Seguros y conservación de la obra, maquinaria e instalaciones .....	39
2.2.9. Condiciones de pago .....	39
2.3. Condiciones generales legales .....	39
2.3.1. Contratista .....	40
2.3.2 Contrato.....	40
2.3.3 Adjudicación.....	41
2.3.4 Arbitraje y jurisdicción competente.....	41
2.3.5 Responsabilidades del Contratista.....	41
2.3.6 Subcontratas.....	41
2.3.7 Impuestos.....	42
2.3.8 Seguridad en el trabajo .....	42
2.3.9 Daños a terceros.....	42
2.3.10 Causas de rescisión del contrato.....	43
<b>3. CONDICIONES PARTICULARES.....</b>	<b>45</b>
3.1. Maquinaria industrial .....	45
3.1.1 Estufa semiindustrial tipo armario.....	45
3.1.2.Mezcladora .....	46
3.1.3. Horno de fusión .....	47
3.1.4. Inyector de aire para dilución de los gases calientes del horno de fusión	48
3.1.5.Filtro cerámico .....	49
3.1.6.Laminadora.....	49
3.1.7.Horno de recocido.....	50
3.1.8.Quemador para pulido superficial en caliente.....	51
3.1.9.Elementos transportadores.....	52
3.1.10. Robot cartesiano .....	54
3.1.11. Cortadora de chorro de agua a presión con aire, arena y agua.....	54
3.1.12. Boquillas sopladoras de aire a presión .....	55
3.1.13. Secadero .....	55
3.1.14. Cabezal de serigrafía .....	56
3.1.15. Horno de cristalización.....	58

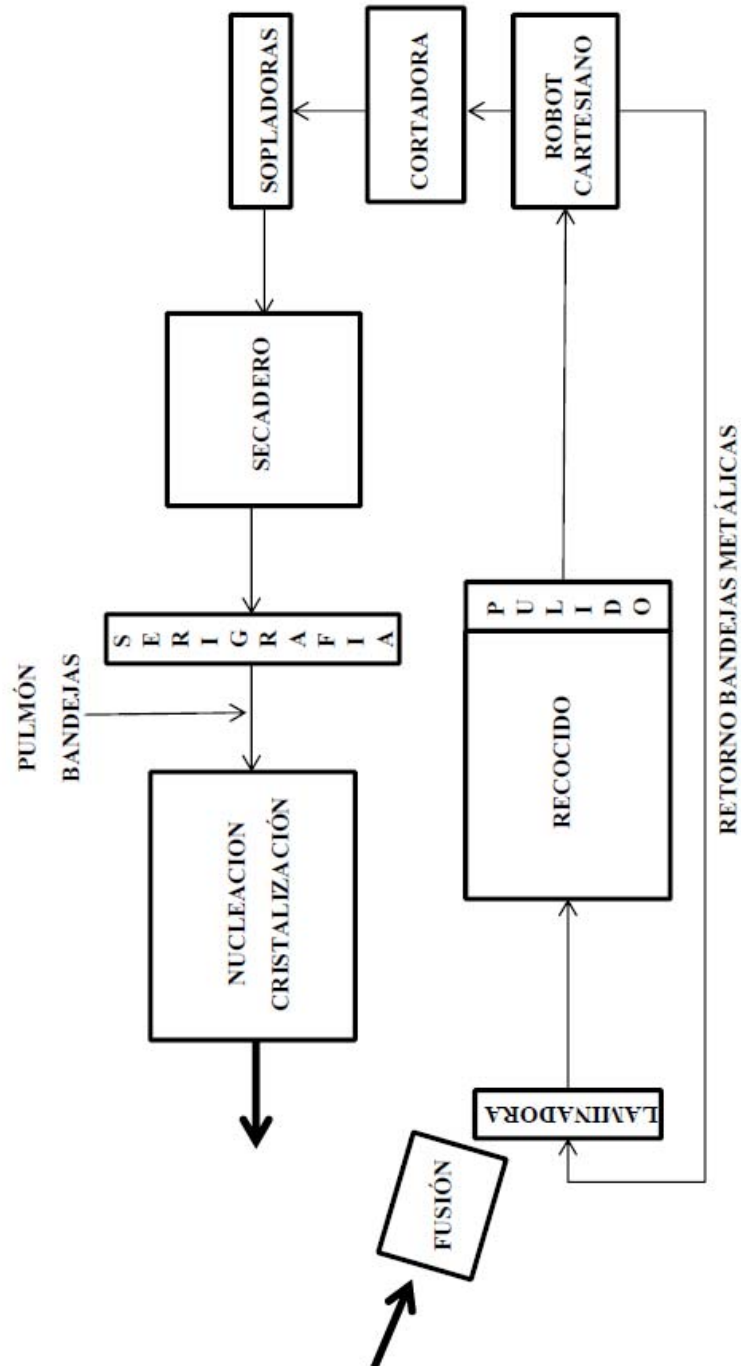
## **1. INTRODUCCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA OBRA O PROYECTO**

### **1.1. Alcance y ámbito de aplicación**

Este proyecto va a consistir en el diseño de una planta piloto para el desarrollo de soportes vitrocerámicos, con el fin de investigar y producir este tipo de materiales a pequeña escala a partir de materiales procedentes de residuos urbanos e industriales.

La planta piloto para el desarrollo de soportes vitrocerámicos que describe este proyecto incluye la dosificación de las materias primas y su fusión, para producir hojas de vidrio laminadas que, tras someterse a distintos tratamientos térmicos, se convierten en paneles vitrocerámicos para aplicaciones de carácter constructivo.

## 1.2. Descripción del proceso



### **1.3. Normas, reglamentos y ordenanzas**

Las normas, reglamentos y ordenanzas que afectan a los materiales a emplear y a las obras a ejecutar se listan a continuación:

#### **Legislación sobre Seguridad Industrial**

##### Legislación básica

- Legislación Nacional - Ley 21/1992 de 16 de julio
- Legislación Nacional - Ley 25/2009
- Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial
- Real Decreto 411/1997, de 21 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y Seguridad Industrial
- Real Decreto 338/2010, de 19 de marzo, por el que se modifica el Reglamento de la Infraestructura para la calidad y seguridad industrial, aprobado por el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre.
- Modelo de Declaración Responsable en materia de Seguridad Industrial
- Real Decreto 559/2010, de 7 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento del Registro Integrado Industrial

##### Legislación sobre almacenamiento de productos químicos

- Real Decreto 105/2010, de 5 de febrero, por el que se modifican determinados aspectos de la regulación de los almacenamientos de productos químicos y se aprueba la instrucción técnica complementaria MIE APQ-9 «almacenamiento de peróxidos orgánicos».

##### Legislación sobre instalaciones de protección contra incendios

- Guía técnica de aplicación: reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (real decreto 2267/2004, de 3 de diciembre).



### Legislación de Prevención de Riesgos Laborales

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

- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de trabajo.

### Legislación sobre maquinaria

- DIRECTIVA 2006/42/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE.

- REAL DECRETO 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

- Directiva 97/23/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de mayo de 1997 relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre equipos a presión.

### **Legislación medioambiental**

#### Calidad del aire

- LEY 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.

- Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de mayo de 2008 relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa

- Directiva 1999/30/CE del Consejo de 22 de abril de 1999 relativa a los valores límite de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, partículas y plomo en el aire ambiente.

- Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.

#### Limitaciones de las emisiones de contaminantes

- Mejores Técnicas Disponibles de referencia europea para Incineración de Residuos Documento BREF.

- Legislación Medioambiental para la Industria. Emisiones atmosféricas. Impiva, 2002.

#### Contaminación acústica

- REAL DECRETO 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

- El Sistema Básico de Información sobre la Contaminación Acústica (SICA), creado por el Real Decreto 1513/2005, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, del Ruido.

#### **Ordenanzas Municipales**

- Plan General de Ordenación Urbana de Castellón.

- Ordenanza Municipal de Protección contra la Contaminación Acústica, publicada en el B.O.P. de Castellón, núm. 146 de 7 de diciembre de 2010.

- Ordenanza Municipal reguladora de Vertidos Líquidos Residuales, publicada en el B.O.P. de Castellón, núm. 9 de 21 de enero de 1995.

- Ordenanza Municipal de carácter fiscal que regula la Tasa por Prestación de Servicios por Instrumentos Ambientales, publicada en el B.O.P. de Castellón, núm. 74 de 21 de junio de 2012.

#### **1.4. Preinscripciones de 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, 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:

- El control de la documentación de los suministros.
- El control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad.
- El control mediante ensayos.

Por parte del Constructor o Contratista debe existir obligación de comunicar a los suministradores de productos las calidades 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.

### **1.5. Garantías de calidad (Marcado CE)**

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.
- Seguridad en caso de incendio.
- Higiene, salud y medio ambiente.
- 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.

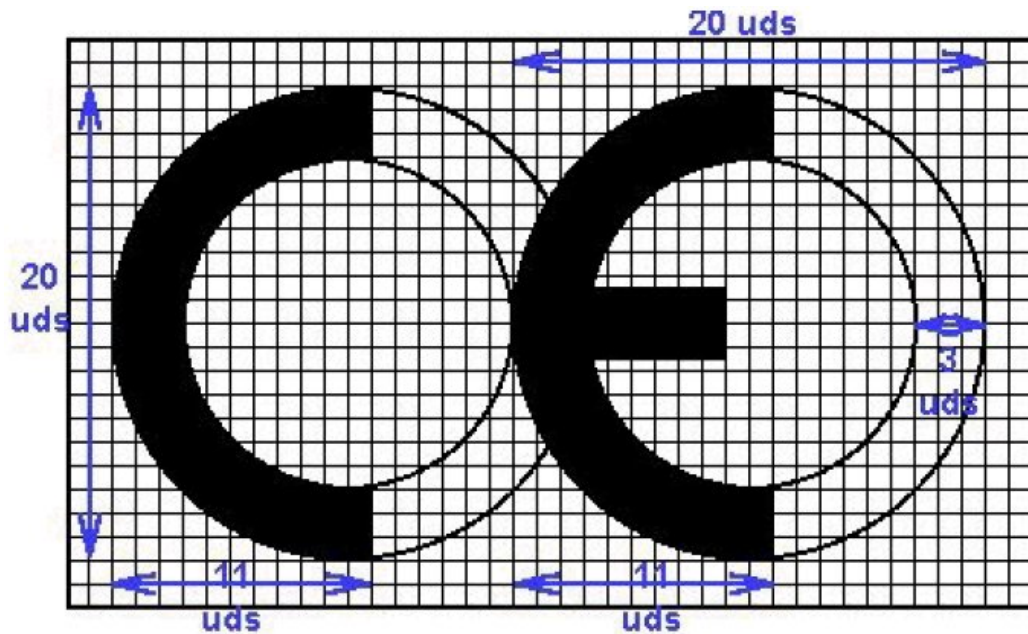
Es obligación del Director de la Ejecución de la Obra verificar si los productos que entran en la obra están afectados por el cumplimiento del sistema del marcado CE y, en caso de ser así, si se cumplen las condiciones establecidas en el Real Decreto 1630/1992 por el que se transpone a nuestro ordenamiento legal la Directiva de Productos de Construcción 89/106/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.

Las letras del símbolo CE se realizan según el dibujo adjunto (Ilustración 1) y deben tener una dimensión vertical no inferior a 5 mm.



**Ilustración 1. Dimensionamiento del símbolo CE.**

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 marcado 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.

En la Tabla 1 se muestra un ejemplo de marcado CE que deben llevar los productos:

**Tabla 1. Ejemplo del marcado CE en un producto.**

	<b>Identificación del símbolo</b>
0123	Nº de organismo notificado
Empresa	Nombre del fabricante
Dirección registrada	Dirección del fabricante
Fábrica	Nombre de la fábrica
Año	Dos últimas cifras del año
0123-CPD-0456	Nº del certificado de conformidad CE
EN 197-1	Norma armonizada
CEM I 42,5 R	Designación normalizada
Límite de cloruros (%) Límite de pérdida por calcinación de cenizas (%) Nomenclatura normalizada de aditivos	Información adicional

## **1.6. Relación de maquinaria, equipos e instalaciones principales**

En la Tabla 2 se presenta la lista de maquinaria, equipos e instalaciones más importantes que forman parte del proyecto:

**Tabla 2. Relación de maquinaria, equipos e instalaciones principales.**

<b>Maquinaria, equipo o instalación</b>
Estufa semiindustrial tipo armario
Mezcladora de sólidos
Báscula de pesaje
Sistema de poleas mecanizado para el desplazamiento vertical de material
Horno de fusión por arco eléctrico
Conducción con estrechamiento tipo Venturi
Filtro cerámico para depuración de gases
Laminadora de vidrio fundido
Horno de recocido
Kit de quemadores para el pulido superficial
Elementos transportadores
Cortadora por chorro de agua a presión
Kit de boquillas sopladoras de aire a presión
Horno secadero a baja temperatura
Cabezal de serigrafía
Horno de nucleación-cristalización
Instalación de tuberías calorifugadas para conducción de gases calientes entre hornos (recocido y nucleación-cristalización) y el horno secadero.
Robot con movimiento cartesiano de transporte
Compresor para comprimir gases para alimentar las boquillas sopladoras
Pulmón de bandejas refractarias a la entrada del horno de nucleación-cristalización.
Sistema de estanterías para almacenaje de productos



## **2. CONDICIONES GENERALES**

### **2.1. Condiciones generales facultativas**

#### **2.1.1. El promotor**

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

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

El promotor tiene las obligaciones siguientes:

- Ostentar sobre el solar 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 que, de conformidad con la normativa aplicable, conlleva la construcción de edificios, la urbanización que procediera en su entorno inmediato, la realización de obras que en ellos se ejecuten y su ocupación.

- Garantizar los daños materiales que el edificio 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.

- La suscripción obligatoria de un seguro, de acuerdo a las normas concretas fijadas al efecto, que cubra los daños materiales que ocasionen en el edificio el incumplimiento de las condiciones de habitabilidad en tres años o que afecten a la seguridad estructural en el plazo de diez años, con especial mención a las viviendas individuales en régimen de autopromoción, que se registrarán por lo especialmente legislado al efecto.

- 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.

- 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 denominado Libro del Edificio que contiene el manual de uso y mantenimiento del mismo y demás documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las Administraciones competentes.

### **2.1.2. El proyectista**

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 éste.

El proyectista tiene las obligaciones siguientes:

- Redactar el proyecto por encargo del Promotor, con sujeción a la normativa urbanística y 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 del edificio, en especial la cimentación y la estructura. 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 el edificio para facilitar las determinaciones concretas y especificaciones detalladas que son cometido de los proyectos parciales, debiendo éstos adaptarse al Proyecto de Ejecución, no pudiendo contravenirlo en modo alguno. Deberá entregarse necesariamente un ejemplar del proyecto complementario al Ingeniero 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 edificatorio, 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 éstos.

- 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.

### **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.

Entre las obligaciones destacan entre otras:

- 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.

- Elaborar, y exigir de cada subcontratista, un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dichos planes se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención propuestas, con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico.

- 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 RD 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 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 o *lex artis*, aún 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 Técnico o Aparejador, 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 el edificio una vez finalizado.

- Poner a disposición del Ingeniero 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 Ingenieros Directores de Obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación final de obra ejecutada.

Y entre los derechos destacan:

- Disposición del proyecto completo.
- Recepción en fecha, plazo y condiciones operativas de los compromisos tomados por la propiedad (materiales ó medios).
- Disposición soluciones viables para contingencias y/o problemas técnicos no cubiertos inicialmente en el proyecto, y que no sean causa de una incorrecta ejecución.

#### **2.1.4. Facultades de la Dirección de Obras**

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. El Director de Obra puede y debe decidir acerca de:

- El comienzo, ritmo y calidad de los trabajos.
- Cumplimiento de las condiciones pactadas en el proyecto y contrato.
- Supervisar la seguridad del personal trabajando en el proyecto.

A continuación se indican las obligaciones más destacadas 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 y las soluciones de fachada y cubierta y dimensionado y composición de huecos, 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 Ordenes 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, conllevan 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 las viviendas.

- 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 anejará 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 del Edificio y de sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

- La documentación a la que se hace referencia en los dos apartados anteriores es parte constituyente del Libro del Edificio y el Promotor deberá entregar una copia completa a los usuarios finales del mismo que, en el caso de edificios de viviendas plurifamiliares, se materializa en un ejemplar que deberá ser custodiado por el Presidente de la Comunidad de Propietarios o por el Administrador, siendo éstos los responsables de divulgar al resto de propietarios su contenido y de hacer cumplir los requisitos de mantenimiento que constan en la citada documentación.

- Además de todas las facultades que corresponden al Ingeniero 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 Ingenieros 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.

#### **2.1.5. Libro de órdenes**

Se establece la existencia de un Libro de Órdenes e Incidencias, visado por el Colegios Profesionales pertinente, en el cual sean recogidas todas y cada una de las órdenes y modificaciones del proyecto decididas encada momento.

#### **2.1.6. Replanteo y preparación**

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 considerarán 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 éste 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.

#### **2.1.7. Comienzo, ritmo, plazos y condiciones generales de la ejecución de los trabajos**

El Contratista dará comienzo a las obras en el plazo especificado en el respectivo contrato, desarrollándose de manera adecuada para que dentro de los períodos 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 suscribirán en la misma obra junto con él, el día de comienzo de los trabajos, el Director de la Ejecución de la 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, Anejos 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.
- Comunicación de apertura de centro de trabajo efectuada por el Contratista.
- Otras autorizaciones, permisos y licencias que sean preceptivas por otras administraciones.
- Libro de Órdenes y Asistencias.
- Libro de Incidencias.

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

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.

### **2.1.8. Controles de calidad y ensayos**

Los controles de calidad y ensayos quedan sujetos a los manuales de cada uno de los equipos instalados.

### **2.1.9. Obras defectuosas y modificaciones por causa de fuerza mayor**

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.

Cuando los materiales, aparatos, equipos y elementos de instalaciones no fuesen de la calidad y características técnicas prescritas en el proyecto, no tuvieran la preparación en él exigida o cuando, a falta de prescripciones formales, se reconociera o demostrara que no son los adecuados para su fin, el Director de Obra, a instancias del Director de Ejecución de la 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 15 días de recibir el Contratista orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, ésta no ha sido cumplida, podrá hacerlo el Promotor o Propiedad a cuenta de Contratista.

En el caso de 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.

Cuando se precise modificar el Proyecto, por motivo imprevisto 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 medios materiales, cuanto la Dirección de Ejecución de la Obra disponga para 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.

#### **2.1.10. Recepción provisional de las obras e instalaciones**

Una vez finalizadas la obra, la Dirección Facultativa realizará una inspección, y señalará los defectos que en su caso se encontrasen, marcando los arreglos a ejecutar y plazos de reparación. Trascurrido este plazo, y subsanadas estas faltas, la obra se da por recibida provisionalmente, comenzando el plazo de garantía o prueba.

#### **2.1.11. Periodo de prueba**

Plazo de garantía al que tiene derecho la Propiedad para comprobar el correcto funcionamiento de las obras realizadas. Oscila entre los 6 y los 12 meses en plantas industriales, y actualmente en muchos proyectos de productos, se extiende hasta los 2 años. Puede llevar implícita una retención económica o fianza.

#### **2.1.10. Recepción definitiva**

Trascurrido el periodo de prueba, se realiza una nueva inspección de las obras e instalaciones. Si se han reparado los posibles defectos surgidos en ese periodo, se procede a la firma de la recepción definitiva, descontándose de la fianza los gastos de reparación habidos.

### **2.2. Condiciones generales económicas**

Este apartado contiene la descripción completa de condiciones económicas acordadas entre la Propiedad y la Contrata, así como regula las funciones de control económico asignadas a la Dirección Facultativa. 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.

### **2.2.1. Contrato de obra**

Se aconseja que se firme el contrato de obra, entre el Promotor y el Contratista, antes de iniciarse las obras, evitando en lo posible la realización de la obra por administración. A la Dirección Facultativa (Director de Obra y Director de Ejecución de la Obra) se le facilitará una copia del contrato de obra, para poder certificar en los términos pactados.

Sólo se aconseja contratar por administración aquellas partidas de obra irrelevantes y de difícil cuantificación, o cuando se desee un acabado muy esmerado.

El contrato de obra deberá prever las posibles interpretaciones y discrepancias que pudieran surgir entre las partes, así como garantizar que la Dirección Facultativa pueda, de hecho, COORDINAR, DIRIGIR y CONTROLAR la obra, por lo que es conveniente que se especifiquen y determinen con claridad, como mínimo, los siguientes puntos:

- Documentos a aportar por el Contratista.
- Condiciones de ocupación del solar e inicio de las obras.
- Determinación de los gastos de enganches y consumos.
- Responsabilidades y obligaciones del Contratista: Legislación laboral.
- Responsabilidades y obligaciones del Promotor.
- Presupuesto del Contratista.
- Revisión de precios (en su caso).
- Forma de pago: Certificaciones.
- Retenciones en concepto de garantía (nunca menos del 5%).
- Plazos de ejecución: Planning.
- Retraso de la obra: Penalizaciones.
- Recepción de la obra: Provisional y definitiva.
- Litigio entre las partes.



Dado que este Pliego de Condiciones Económicas es complemento del contrato de obra, en caso de que no exista contrato de obra alguno entre las partes se le comunicará a la Dirección Facultativa, que pondrá a disposición de las partes el presente Pliego de Condiciones Económicas que podrá ser usado como base para la redacción del correspondiente contrato de obra.

### **2.2.2. Garantía o Fianza. Concepto y Condiciones de devolución**

La Fianza es una cantidad monetaria, generalmente un porcentaje sobre del montante global, que debe depositar la Contrata en el momento de la firma del contrato, en concepto de garantía. En caso necesario, se cargarían a esta fianza:

- Toda penalización por fallo ó demora.
- Toda reparación que por causa de la ejecución, tenga que abonar la Propiedad, y sean con cargo a la Contrata.
- La finalización unilateral (abandono) de la ejecución por el Contratista.

Un valor estándar del porcentaje sobre el total, que se asigna al concepto de fianza, es del 4%, y en general se establece por medio de avales bancarios. Es práctica habitual, incluir retenciones sobre las consecuentes certificaciones ó hitos del proyecto, de forma que las retenciones se van librando consecuentemente con la ejecución del proyecto. La devolución final y completa de todas las retenciones y de la fianza se realiza tras la firma del Acta de Entrega de Obra ó de la auditoria de finalización de proyecto final.

### **2.2.3. Precios unitarios de ejecución material y por Contrata**

En este apartado se especifican los criterios de composición de los precios de cada partida a partir de unos precios unitarios, así como se determinan los diferentes porcentajes los costes de los medios auxiliares, gastos generales, impuestos y beneficio industrial.

El precio de una unidad de obra se obtendrá 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.

#### **2.2.4. Precios contradictorios**

Son aquellos precios de las partidas no presupuestadas en el proyecto original y que aparecen durante la ejecución de las obras. Se indica la necesidad de su aprobación por la Dirección Facultativa para que dichos precios se puedan ejecutar

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.

### **2.2.5. Mejoras y Modificados de obra, instalaciones y maquinaria**

Se ordena el sistema de valoración de las mejoras o modificaciones que van surgiendo y que se produzcan por deseo de la Propiedad, sugerencia de la Dirección (y aprobado por la propiedad) o por necesidad constructiva. Se especifica además que las mejoras propuestas por la Contrata no generan un aumento del importe de las obras o instalaciones.

### **2.2.6. Valoración, medición y abono de los trabajos**

#### *2.2.6.1. 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.

#### *2.2.6.2. Relaciones valoradas y certificaciones*

En los plazos fijados en el contrato de obra entre el Promotor y el Contratista, éste último formulará una relación valorada de las obras ejecutadas durante las fechas previstas, según la medición practicada por el Director de Ejecución de la Obra.

Las certificaciones de obra serán el resultado de aplicar, a la cantidad de obra realmente ejecutada, los precios contratados de las unidades de obra. Sin embargo, los excesos de obra realizada en unidades, tales como excavaciones y hormigones, que sean imputables al Contratista, no serán objeto de certificación alguna.

Los pagos se efectuarán por el Promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá al de las certificaciones de obra, conformadas por la Dirección Facultativa. Tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la Liquidación Final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones parciales la aceptación, la aprobación, ni la recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. Si la Dirección Facultativa lo exigiera, las certificaciones se extenderán a origen.

#### *2.2.6.3. Mejora de obras libremente ejecutadas*

Cuando el Contratista, incluso con la autorización del Director de Obra, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el proyecto o sustituyese una clase de fábrica por otra que tuviese asignado mayor precio, o 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.

#### *2.2.6.4. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada*

El abono de los trabajos presupuestados en partida alzada 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.

#### 2.2.6.5. *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.

#### 2.2.6.6. *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 del edificio, 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.

#### **2.2.7. Penalizaciones**

Suelen estipularse dos tipos de penalizaciones:

- Penalización por demora en los tiempos de ejecución. En ese caso, se especifica la cuantía por día de retraso, teniendo en cuenta la mayor o menor gravedad en los legítimos intereses de la propiedad. No se computan los días perdidos por causa de fuerza mayor. En algunos casos se pueden pactar bonificaciones por adelanto en la finalización de las obras.

- Penalización por incumplimiento de contrato, ya sea por mala ejecución de los trabajos o por incumplimiento de algún requisito legal o laboral.

### **2.2.8. Seguros y conservación de la obra, maquinaria e instalaciones**

Se obliga a la Contrata a suscribir los seguros necesarios para garantizarlos posibles daños en las obras, maquinaria e instalaciones que se produjeran por causa de las propias obras. En concreto, se exige a la Contrata la suscripción de un Seguro de Responsabilidad Civil. Asimismo, se exige a la Contrata que establezca los medios precisos para evitar los robos o daños producidos por terceras personas.

### **2.2.9. Condiciones de pago**

El abono de las cantidades a pagar por maquinaria, equipos e instalaciones se rige de forma diferente al que se pacta para la construcción, en especial cuando se contrata con otros suministradores directamente. Se establece la forma de pago siguiente:

- un 10% a la firma del contrato.
- uno o varios abonos para la entrega de los materiales o equipos en obra y para las distintas fases de montaje.
- un 10-20% a la puesta en marcha.
- un 10% a los 6 o 12 meses de la puesta en marcha (periodo de garantía)

Si la intención de la Propiedad es la contratar la maquinaria y equipos mediante operaciones especiales, como el leasing, es conveniente hacer referencia a ello.

### **2.3. Condiciones generales legales**

Fija las condiciones de tipo legal que ha de cumplir el contratista y el tipo de contrato y de adjudicación que han de regir.



### **2.3.1 Contratista**

Especifica la categoría y características que debe reunir el Contratista. Si la obra es por encargo de la Administración Pública, la categoría del Contratista viene definida en la Ley de Contratos del Estado.

### **2.3.2 Contrato**

Se pueden definir varios tipos de contrato. Los más habituales son:

- Contrato a precio alzado: se estipula una cantidad determinada para las obras que no se modificará por motivo alguno.
- Contrato por unidades de obra: es el más utilizado.
- Contrato por administración: consiste en una valoración de las obras sin partir de un presupuesto y de unas mediciones previas. A medida que se van realizando las obras se van anotando jornales, materiales y consumos y medios auxiliares.

Los Contratos se formalizarán, en general, mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes.

El cuerpo de estos documentos contendrá:

- La comunicación de la adjudicación.
- La copia del recibo de depósito de la fianza (en caso de que se haya exigido).
- La cláusula en la que se exprese, de forma categórica, que el Contratista se obliga al cumplimiento estricto del contrato de obra, conforme a lo previsto en este Pliego de Condiciones, junto con la Memoria y sus Anejos, el Estado de Mediciones, Presupuestos, Planos y todos los documentos que han de servir de base para la realización de las obras definidas en el presente Proyecto.

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

Serán a cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que se consigne el Contratista.

### **2.3.3 Adjudicación**

Se pueden emplear las siguientes formas de adjudicación:

- Precio más bajo
- Oferta económicamente más ventajosa
- Adjudicación directa.

### **2.3.4. Arbitraje y jurisdicción competente**

Se fijan las instancias a las que se ha de recurrir por las partes en caso de litigio o desavenencia.

### **2.3.5. Responsabilidades 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 con deficiencias o mal ejecutadas, sin que pueda servir de excusa el hecho de que la Dirección Facultativa haya examinado y reconocido la construcción durante sus visitas de obra, ni que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

### **2.3.6 Subcontratas**

Se regula la posible cesión de trabajos a otros suministradores o subcontratistas, y se establece una cláusula por la que el Contratista sigue siendo el único responsable del cumplimiento de todas las condiciones facultativas, económicas y legales del Pliego de Condiciones.

### **2.3.7 Impuestos**

Se exige a la Contrata el cumplimiento del pago de impuestos especificándose cuáles, de los derivados de las obras, son a su cargo.

### **2.3.8 Seguridad en el trabajo**

Se exige el cumplimiento de la Ordenación de Higiene y Seguridad en el Trabajo, y de todas aquellas órdenes que regulan la ejecución de las obras, incluyendo el uso de prendas adecuadas, botiquín, etc.

Es de obligado cumplimiento el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen 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 la construcción, conservación y mantenimiento de edificios.

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

### **2.3.9 Daños a terceros**

El contratista es el responsable de los posibles daños a terceros que se puedan producir, teniendo la obligación de abonar todos los gastos que estos produzcan.

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 colindantes o contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiere lugar, y de todos los daños y perjuicios que puedan ocasionarse o causarse en las operaciones de la ejecución de las obras.

Asimismo, será responsable de los daños y perjuicios directos o indirectos que se puedan ocasionar frente a terceros como consecuencia de la obra, tanto en ella como en sus alrededores, incluso los que se produzcan por omisión o negligencia del personal a su cargo, así como 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.

### **2.3.10 Causas de rescisión del contrato**

Se desarrollan los motivos por los que la Propiedad puede rescindir el Contrato y en qué casos tendrá derecho el Contratista a la devolución de la fianza y al cobro de las obras realizadas hasta el momento de la rescisión. Las principales causas son:

- Un retraso excesivo en la ejecución de las obras.
- Por abandono de las obras sin causa justificada.
- Por fallecimiento del Contratista.
- Por causas administrativas.

Se considerarán causas suficientes de rescisión de contrato:

- a) La muerte o incapacitación del Contratista.
- b) La quiebra del Contratista.
- c) Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:

a. 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 del 20%.

b. Las modificaciones de unidades de obra, siempre que representen variaciones en más o en menos del 40% del proyecto original, o más de un 50% de unidades de obra del proyecto reformado.

d) 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.

e) Que el Contratista no comience los trabajos dentro del plazo señalado en el contrato.

f) El incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.

g) El vencimiento del plazo de ejecución de la obra.

h) El abandono de la obra sin causas justificadas.

i) La mala fe en la ejecución de la obra.

### **3. CONDICIONES PARTICULARES**

#### **3.1. Maquinaria industrial**

##### **3.1.1. Estufa semiindustrial tipo armario**

La estufa tipo armario basa su funcionamiento en el secado mediante resistencias eléctricas y circulación de aire forzado, gracias a un grupo ventilador apropiado.

Su interior es de acero inoxidable AISI 304 y sus elementos calefactores están blindados, distribuidos homogéneamente y montados al aire. Incluye guías de soporte para bandejas y bandejas en acero inoxidable AISI 304.

Presenta un excelente aislamiento térmico adosado en las paredes de la cámara y los elementos de regulación y control se encuentran en una cámara independiente.

El dispositivo de aireación presenta una salida regulable de 120 mm de diámetro.

Las dimensiones de la estufa son las siguientes:

- Volumen de la cámara interna: 720 litros
- Alto/ancho/fondo interno en cm: 120/100/60
- Alto/ancho/fondo exterior en cm: 150/152/80

Su voltaje es de 230/400 trifásico, su potencia de 6000 W y su masa de 264 kg.

Su rango de temperatura de trabajo oscila entre 40°C-260°C y tarda 19 minutos en calentarse de temperatura ambiente hasta alcanzar los 100°C.

### **3.1.2. Mezcladora**

Mezclador bicono rotativo de velocidad elevada que consigue una homogeneización perfecta de las materias primas.

Presenta 100 litros de capacidad y tiempos de mezclado cortos, máximo de 10 minutos.

Son mezclas repetitivas, reproducibles y escalables.

Mezclador de bajo mantenimiento y fácil limpieza.

Permite el vaciado total del producto

Certificado 'CE' según la Directiva de Seguridad de Máquinas 98/37/CE.

Accesorios: intensificadores de mezcla.

### 3.1.3. Horno de fusión

Se trata de un horno de arco eléctrico de material electrofundido ( $T > 1700^{\circ}\text{C}$ ) en forma de vaso remachado, para fusión de materiales a alta temperatura de tipo basculante situado sobre plataforma fija. El arco eléctrico permite que en el horno se pueda fundir material a una temperatura de fusión de  $2000^{\circ}\text{C}$ .

El horno tiene forma de vaso de 1 m de altura y dispone de una tapa superior con un diámetro de 80 cm y un orificio central por donde se introduce el electrodo. El horno presenta una serie de dispositivos que se indican a continuación:

- El transformador y rectificador, que va refrigerado por agua.
- La caja de control
- Los cables por donde pasa el agua de refrigeración
- La bomba hidráulica para la movimentación del horno
- La bomba de agua

Además, el horno está colocado sobre un soporte, de forma que se puede balancear a través de un eje horizontal que lo une a las bases metálicas. De este modo, un mecanismo tipo polea es capaz de balancearlo para verter el contenido.

Capacidad: 100 kg/h

Voltaje: AC400 V

Potencia del transformador: 200kVA

Dimensiones del vaso de fusión: 800 mm de diámetro, 1000 mm de altura y 100 mm de grosor de material refractario en paredes del vaso.

Diámetro del electrodo: 65 mm

Caudal de agua de enfriamiento para el transformador: 1000 kg/h.

Peso: 2 toneladas



### **3.1.4. Inyector de aire para dilución de los gases calientes del horno de fusión**

#### **Tubo Venturi**

El efecto Venturi (también conocido tubo de Venturi) consiste en que un fluido en movimiento dentro de un conducto cerrado disminuye su presión al aumentar la velocidad después de pasar por una zona de sección menor. Si en este punto del conducto se introduce el extremo de otro conducto, se produce una aspiración del fluido contenido en este segundo conducto. Este efecto, demostrado en 1797, recibe su nombre del físico italiano Giovanni Battista Venturi (1746-1822).

[http://proton.ucting.udg.mx/dpto/maestros/mateos/clase/Modulo\\_05/detectores/venturi/index.html](http://proton.ucting.udg.mx/dpto/maestros/mateos/clase/Modulo_05/detectores/venturi/index.html)

<http://es.scribd.com/doc/33846346/tubo-venturi>

### **3.1.5. Filtro cerámico**

El filtro cerámico consiste en un conjunto de tubos verticales de 60 mm de diámetro que albergan el medio filtrante y se debe caracterizar por presentar las siguientes características:

- Alta eficiencia en la eliminación de partículas (>99%)
- Alta permeabilidad al paso de aire purificado
- Elevada resistencia térmica (hasta 900°C)
- Resistencia a la corrosión
- Integridad dentro del resto de elementos funcionales.

Está fabricado con material cerámico tipo carburo de silicio/alúmina o tipo mullita.

### **3.1.6. Laminadora**

Máquina de rodillos para laminar vidrio fundido en continuo. Rodillos de material especial para evitar que el vidrio se quede pegado.

Puede laminar piezas de hasta 80 cm de espesor y puede usar rodillos de hasta 30 cm de diámetro.

La máquina puede funcionar con 2 y 3 rodillos, siendo el diámetro estándar de cada rodillo de 23 cm y la anchura de la lámina por defecto de 63 cm.

La velocidad de la máquina puede oscilar entre 4.5 m/min y 18.6 m/min.

La distancia máxima de los rodillos es de 25 mm, siendo el espesor de la lámina producido entre 0.1 – 30 mm.

La potencia del motor es de 1 KW.

Es una máquina suficientemente flexible para adaptarse a las diferentes condiciones y producciones según el tipo de prueba a realizar en la planta piloto.

Voltaje: 380V/660V/50Hz

Potencia (W): 5.5KW

Dimensión (L \* W \* H): 3820 \* 1820 \* 2200

Peso: 500 kg

Certificación: CE

Servicio post-venta Provistos: Ingenieros disponibles para máquinas de servicio en el extranjero

[http://www.alibaba.com/product-detail/high-quality-glass-rolling-machine-for\\_1851862343.html](http://www.alibaba.com/product-detail/high-quality-glass-rolling-machine-for_1851862343.html)

### **3.1.7. Horno de recocido**

El equipo de acondicionamiento térmico también llamado horno de recocido está especialmente diseñado como canal de enfriamiento controlado de láminas de vidrio, de tipo discontinuo (carga-descarga-tiempo muerto).

Está construido con una robusta estructura en acero que sostiene el aislamiento térmico compuesto de ladrillos refractarios de baja densidad y de planchas preformadas en fibra cerámica altamente resistente a la temperatura y al choque térmico.

El horno de tipo discontinuo presenta un ciclo de acondicionamiento térmico dividido en 3 periodos:

- El período de estabilización térmica ( $T \geq T_{\text{superior recocido}}$ )
- El período de enfriamiento lento ( $T \leq T_{\text{inferior recocido}}$ )
- El período de enfriamiento rápido ( $T < T_{\text{inferior recocido}}$ )

Cuando acaba el ciclo de acondicionamiento térmico, el horno de recocido se descarga mediante el sistema de movimiento del material, que se produce por medio de rodillos cerámicos, los cuales giran mediante un sistema de piñón-cadena de velocidad

variable. El sistema de fijación posibilita el desmontar los rodillos de forma rápida y sencilla.

El sistema de calentamiento está constituido por resistencias eléctricas fabricadas con hilo Khantal en forma de espiral y sostenidas por tubos de material cerámico fácilmente sustituibles.

La circulación de aire se consigue gracias a numerosos ventiladores de refrigeración instalados en el techo del horno de recocido, de forma que se asegura una distribución de aire única en el interior del canal por encima y por debajo de la lámina de vidrio.

Puede acondicionar vidrio de hasta 1 m de anchura y con un espesor de hasta 30 mm.

Temperatura máxima de trabajo 1000°C ( $\pm 5^\circ\text{C}$ ).

### **3.1.8. Quemador para pulido superficial en caliente**

El quemador va instalado en el último módulo del horno de recocido, de forma que se proyecta desde el techo del horno hacia la superficie superior de las piezas para lograr un pulido en caliente.

El quemador se abastecerá de gas natural y deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Excelente resistencia a la oxidación y a la corrosión
- Muy buena resistencia al choque térmico
- Excelente estabilidad dimensional hasta las temperaturas límite de aplicación
- Conductividad térmica óptima
- Masa reducida
- Gran seguridad de funcionamiento y rentabilidad en servicio
- Rendimiento óptimo

### 3.1.9. Elementos transportadores

#### *Transportador de rodillos con dos motorizaciones*

- Ancho bancada: 1900 mm.
- Longitud total 3300 mm.
- Posición del motor inferior
- Transportador de rodillos traccionados por correas dentadas y poleas.
- Rodillos vulcanizados y mecanizados, logrando que el diámetro de los rodillos sea el mismo con precisión de +/-1 décima.
- Bastidor en hierro pintado, dispone de una pletina superior sobre la que apoyan los rodillos mecanizada para asegurar una planicidad de +/-1 décima.
- Dispone de patas regulables

#### *Transferencia*

- Ancho bancada: 900 mm.
- Longitud total 2.500 mm.
- Posición del motor: inferior
- Transportador de 4 correas.
- Correas tipo Power Twist.
- Bastidor en Mixto de hierro pintado y aluminio

#### *Transportador con compenser para capacidad de 30 vidrios*

- Ancho bancada: 900 mm.
- Longitud total 2.500 mm.
- Posición del motor inferior
- Transportador de rodillos con roldanas engomadas.
- Bastidor en Mixto de hierro pintado y aluminio

#### *Transportador de 4 correas*

- Ancho bancada: 900 mm.
- Longitud total: 1.800 mm.
- Posición del motor inferior

- Transportador de 4 correas.
- Bastidor en aluminio

*Transportador de 4 correas con volteador a 85°*

- Ancho bancada: 900 mm.
- Longitud total 1.800 mm.
- Posición del motor lateral
- Transportador de 4 correas .
- Dispone de volteador para voltear el vidrio a 85°.
- Bastidor en aluminio

### **3.1.10. Robot cartesiano**

Se trata de un robot cartesiano capaz de manipular los soportes vítreos para facilitar su separación de las bandejas y su transporte de un camino de rodillos a otro. Debe estar especialmente escogido para cubrir las necesidades de la instalación.

El tipo de garra seleccionado debe ser de aspiración con efecto ventosa, puesto que es el que habitualmente se utiliza para manipular vidrios.

La maquinaria auxiliar debe ser lo suficientemente robusta para soportar el peso de las láminas, por lo que conviene que esté construida con tubo de acero electrosoldado, chapa conformada y pletinas.

### **3.1.11. Cortadora de chorro de agua a presión con aire, arena y agua**

El sistema de corte 2D elegido es una cortadora de chorro de agua a presión con aire, arena y agua de dimensiones de 3.0X2.5 m<sup>2</sup> para que se puedan alimentar piezas de al menos 2.5 m de ancho.

Máquina compacta integrada con cabezal único de corte por chorro de agua abrasivo con sensor de altura “anti-colisión”.

Presenta módulos de adaptadores del chorro o dispositivos eficientes como sistemas de perforación de agujeros.

Dispone de un sistema guía que garantiza un elevado nivel de precisión, estabilidad y larga vida de operación.

### **3.1.12. Boquillas sopladoras de aire a presión**

Boquilla sopladora de cuerpo único, de acero inoxidable y de dimensión pequeña con forma de hexágono, con el fin de facilitar su montaje y desmontaje.

La conexión es con rosca de tipo macho BSPT y NPT, presentando 8 orificios de salida del aire.

Su diseño especial aumenta la fuerza de impacto del aire, de forma que garantiza bajos niveles de ruido.

El pulverizado de aire es de alto impacto, de forma circular y se produce soplando través de sus 8 agujeros.

De alta resistencia y peso muy reducido. Muy silenciosa, incluso a altas presiones de trabajo.

<http://www.euspray.com/es/boquillas-especiales-sopladora-de-aireSA.php>

Nota: Diferencias entre BSPT y NPT

<http://www.ralstoninst.com/news/story/the-difference-between-npt-bspp-and-bspt-seals/>

### **3.1.13. Secadero**

Secadero horizontal tipo túnel de un único piso, construido con una robusta estructura en acero que sostiene el aislamiento térmico compuesto de ladrillos refractarios de baja densidad y de planchas preformadas resistentes a la temperatura y al choque térmico.

El sistema de secado de este equipo está basado en resistencias eléctricas y/o de infrarrojos.



La circulación de aire para la eliminación del vapor de agua se consigue mediante aspiración neumática a través de tuberías externas colocadas sobre el secadero. Así, el flujo de aire toma un camino lineal y la distribución del calor es homogéneo, garantizando una temperatura uniforme a través de la carga para un secado rápido y eficaz. La diferencia de temperatura entre soportes o baldosas de distinta posición no supera los 5°C.

Las puertas de acceso permiten el acceso lateral para reparaciones y mantenimiento.

El secadero consiste en un horno monocanal dividido en varias secciones de 5 m de longitud en total y 3.9 m de ancho exterior.

El sistema de calentamiento está constituido por lámparas de infrarrojos. La tensión de alimentación será de 200 V AC.

Dicho horno alcanzará la temperatura de 100 °C, por lo que irá provisto de los refractarios adecuados a dicha temperatura. Se requiere una uniformidad de temperatura (derecha a izquierda)  $\pm 5^\circ\text{C}$ .

#### **3.1.14. Cabezal de serigrafía**

El cabezal de serigrafía debe tener alta precisión y conducir los soportes vítreos mediante correas laterales accionadas por servomotores brushless. Además, debe permitir la posibilidad de trabajo alternativo con fotocélulas cromáticas y la manipulación micrométrica de las espátulas. Debe ser un equipo seguro y ser de fácil instalación.

Cabezal de serigrafía de alta precisión que conduce el soporte o baldosa mediante correas laterales accionadas por servomotores (motor eléctrico que puede ser controlado tanto en velocidad como en posición).

Posibilidad de trabajo alternativo con fotocélulas cromáticas.

Permite la manipulación micrométrica de las espátulas y el cierre frontal de las guías portaespátulas.

Alta seguridad para el operador.

Dosificador de entrada previsto.

Fácil instalación.

Potencia: 1.9 kW

Dimensiones: 1426x1400x1830 mm<sup>3</sup>.

Peso: 470 kg

Formato mínimo: 10x10 cm<sup>2</sup>

Formato máximo: 80x60 cm<sup>2</sup>

### 3.1.15. Horno de cristalización

El horno para la nucleación y cristalización (transformación del vidrio en material vitrocerámico) está construido con una robusta estructura en acero que sostiene el aislamiento térmico compuesto de ladrillos refractarios de baja densidad y de planchas preformadas en fibra cerámica altamente resistente a la temperatura y al choque térmico.

El horno de tipo continuo presenta un ciclo de 5 zonas características:

- Zona de calentamiento hasta la temperatura de nucleación.
- Zona de permanencia a la temperatura de nucleación.
- Zona de calentamiento hasta la temperatura de cristalización.
- Zona de permanencia a la temperatura de cristalización.
- Zona de enfriamiento rápido hasta temperatura ambiente.

El sistema de calentamiento está constituido por resistencias eléctricas fabricadas con hilo Khantal en forma de espiral y sostenidas por tubos de material cerámico fácilmente sustituibles.

Puede producir material vitrocerámico de hasta 1 m de anchura y con un espesor de hasta 30 mm.

Temperatura máxima de trabajo 1300°C.

Capacidad: 100 kg/h

Voltaje: AC400 V

Potencia del transformador: 200kVA

Dimensiones: 20 m de longitud



## DOCUMENTO V. ESTADO DE MEDICIONES

---

---

*PLANTA PILOTO PARA EL DESARROLLO*

*DE SOPORTES VITROCERÁMICOS*

AUTORA

Dra. Ester Barrachina Albert

DIRECTORES

Prof. Dr. Arnaldo Moreno Berto

Prof. Dr. Juan B. Carda Castelló

Castellón, Septiembre de 2014



## Índice

1. ACTUACIONES PREVIAS.....	6
2 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO .....	7
3. CIMENTACIONES.....	18
4. ESTRUCTURAS .....	21
5. FACHADAS.....	24
6. PARTICIONES .....	28
7. INSTALACIONES.....	40
8. AISLAMIENTOS.....	67
9. CUBIERTAS .....	69
10. REVESTIMIENTOS .....	75
11. SEÑALIZACIÓN Y EQUIPAMIENTO.....	81
12. MAQUINARIA.....	84
13. GESTIÓN DE RESIDUOS .....	97
14. CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS.....	100
15. SEGURIDAD Y SALUD.....	101
16. EQUIPAMIENTO .....	102



Se ha utilizado el programa CYPE para medir todas las partidas necesarias para la construcción de la planta piloto para el desarrollo de soportes vitrocerámicos. A continuación, se presenta toda la medición correspondiente a dicho proyecto.



## 1. ACTUACIONES PREVIAS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<i>1.1.- Andamios y maquinaria de elevación</i>					
<i>1.1.1.- Grúas torre</i>					
1.1.1.1	Ud	Alquiler mensual de grúa torre de obra para elevación y transporte de materiales, formada por torre metálica, brazo horizontal giratorio de 50 m de flecha y 1200 kg de carga máxima y motores de orientación, elevación y distribución o traslación de la carga. Incluso telemando y p/p de mantenimiento y seguro de responsabilidad civil. Incluye: Revisión periódica para garantizar su estabilidad y condiciones de seguridad. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Amortización en forma de alquiler mensual, según condiciones definidas en el contrato suscrito con la empresa suministradora.			
			Uds.    Largo    Ancho    Alto	Parcial	Subtotal
			12	12,000	
				12,000	12,000
			Total Ud .....:	12,000	2.156,05
			Total presupuesto parcial nº 1 Actuaciones previas :		25.872,60

## 2. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO.

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<i>2.1.- Movimiento de tierras</i>					
<i>2.1.1.- Desbroce y limpieza</i>					
2.1.1.1	M <sup>2</sup>	Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, 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.  Incluye: Replanteo en el terreno. Remoción mecánica de los materiales de desbroce. Retirada y disposición mecánica de los materiales objeto de desbroce. Carga mecánica a camión.  Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.  Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.			
			Uds.      m2      Ancho      Alto	Parcial	Subtotal
		superficie parcela	2.672,000		2.672,000
				2.672,000	2.672,000
			Total m <sup>2</sup> .....:	2.672,000	0,81      2.164,32

2.1.2.1 M<sup>3</sup> Excavación de tierras a cielo abierto para formación de pozos para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla dura con grava compacta, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el Proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión. Incluye: Todas. Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga a camión de las tierras excavadas. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: 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.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
40	2,000	2,000	0,900	144,000	
				144,000	144,000
			Total m <sup>3</sup> .....	144,000	34,10
					4.910,40

2.1.2.2 M<sup>3</sup> Excavación de tierras a cielo abierto para formación de zanjas para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla dura con grava compacta, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el Proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión. Incluye: Todas. Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga a camión de las tierras excavadas. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: 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.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
2	7,400	0,400	0,500	2,960		
2	26,000	0,400	0,500	10,400		
8	7,000	0,400	0,700	15,680		
1	42,400	0,400	0,500	8,480		
				37,520	37,520	
		Total m <sup>3</sup> .....		37,520	30,69	1.151,49

2.1.2.3 M<sup>3</sup> Excavación de tierras a cielo abierto para formación de zanjas para instalaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla dura con grava compacta, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el Proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión. Incluye: Todas. Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos con extracción de las tierras. Carga a camión de las tierras excavadas.

Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: 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.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	144,000	0,400	0,400	23,040	
				23,040	23,040
		Total m <sup>3</sup> .....		23,040	43,58
					1.004,08

2.2.- Red de saneamiento horizontal

2.2.1.- Arquetas

2.2.1.1 Ud Formación de arqueta de paso enterrada, de dimensiones interiores 60x60x60 cm, construida con fábrica de ladrillo cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-5 sobre solera de hormigón en masa HM-30/B/20/I+Qb de 15 cm de espesor, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores mefíticos. Incluso piezas de PVC para encuentros, cortadas longitudinalmente, realizando con ellas los correspondientes empalmes y asentándolas convenientemente con el hormigón en el fondo de la arqueta, conexiones de conducciones y remates. Totalmente montada, conexionada y probada mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio), sin incluir la excavación ni el relleno del trasdós.

Incluye: Replanteo de la arqueta. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación. Vertido y compactación del hormigón en formación de solera. Formación de la obra de fábrica con ladrillos, previamente humedecidos, colocados con mortero. Empalme y rejuntado de los colectores a la arqueta. Relleno de hormigón para formación de pendientes y colocación de las piezas de PVC en el fondo de la arqueta. Enfoscado y bruñido con mortero, redondeando los ángulos del fondo y de las paredes interiores de la arqueta. Realización del cierre hermético y colocación de la tapa y los accesorios. Eliminación de restos, limpieza final y retirada de escombros. Carga de escombros sobre camión o contenedor. Realización de pruebas de servicio.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
8				8,000		
				8,000	8,000	
Total Ud .....:				8,000	164,05	1.312,40

2.2.2.- Acometidas

2.2.2.1 M Suministro y montaje de acometida general de saneamiento, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales a la red general del municipio, con una pendiente mínima del 2%, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales, formada por tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m<sup>2</sup>, de 200 mm de diámetro exterior, pegado mediante adhesivo, colocado sobre cama o lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada mediante equipo manual con pisón vibrante, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería, con sus correspondientes juntas y piezas especiales. Incluso demolición y levantado del firme existente y posterior reposición con hormigón en masa HM-20/P/20/I, sin incluir la excavación previa de la zanja, el posterior relleno principal de la misma ni su conexión con la red general de saneamiento. Totalmente montada, conexionada y probada mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

Incluye: Replanteo y trazado de la acometida en planta y pendientes. Rotura del pavimento con compresor. 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. Ejecución del relleno envolvente. Realización de pruebas de servicio.

Criterio de medición de proyecto: Longitud medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto, entre caras interiores del muro del edificio y del pozo de la red municipal.

Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, entre caras interiores del muro del edificio y del pozo de la red municipal.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
2				2,000	
				2,000	2,000
			Total m .....:	2,000	86,22
					172,44

2.2.3.- Colectores

2.2.3.1 M Suministro y montaje de colector enterrado de red horizontal de saneamiento, sin arquetas, mediante sistema integral registrable, con una pendiente mínima del 2%, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales, formado por tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m<sup>2</sup>, de 200 mm de diámetro exterior, con junta elástica, colocado sobre cama o lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada mediante equipo manual con pisón vibrante, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso p/p de accesorios, registros, uniones y piezas especiales, juntas y lubricante 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).

Incluye: 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, colocación de juntas y encaje de piezas. Ejecución del relleno envolvente. Realización de pruebas de servicio.

Criterio de medición de proyecto: Longitud medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, incluyendo los tramos ocupados por piezas especiales.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	57,000			57,000	
	37,000			37,000	
				94,000	94,000
			Total m .....:	94,000	33,26
					3.126,44



2.2.3.2 M Suministro y montaje de colector enterrado de red horizontal de saneamiento, sin arquetas, mediante sistema integral registrable, con una pendiente mínima del 2%, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales, formado por tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m<sup>2</sup>, de 160 mm de diámetro exterior, con junta elástica, colocado sobre cama o lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada mediante equipo manual con pisón vibrante, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso p/p de accesorios, registros, uniones y piezas especiales, juntas y lubricante 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).

Incluye: 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, colocación de juntas y encaje de piezas. Ejecución del relleno envolvente. Realización de pruebas de servicio.

Criterio de medición de proyecto: Longitud medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, incluyendo los tramos ocupados por piezas especiales.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	30,000			30,000	
				30,000	30,000
		Total m .....:	30,000	24,70	741,00

2.2.3.3 M Suministro y montaje de colector enterrado de red horizontal de saneamiento, sin arquetas, mediante sistema integral registrable, con una pendiente mínima del 2%, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales, formado por tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m<sup>2</sup>, de 125 mm de diámetro exterior, con junta elástica, colocado sobre cama o lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada mediante equipo manual con pisón vibrante, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso p/p de accesorios, registros, uniones y piezas especiales, juntas y lubricante 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).

Incluye: 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, colocación de juntas y encaje de piezas. Ejecución del relleno envolvente. Realización de pruebas de servicio.

Criterio de medición de proyecto: Longitud medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, incluyendo los tramos ocupados por piezas especiales.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	20,000			20,000	
				20,000	20,000
		Total m .....:	20,000	18,63	372,60

2.3.- Nivelación

2.3.1.- Encachados

2.3.1.1 M<sup>2</sup> Formación de encachado de 20 cm de espesor en caja para base de solera, mediante relleno y extendido en tongadas de espesor no superior a 20 cm de gravas procedentes de cantera caliza de 40/80 mm; y posterior compactación mediante equipo manual con bandeja vibrante, sobre la explanada homogénea y nivelada (no incluida en este precio). Incluso carga, transporte y descarga a pie de tajo de los áridos a utilizar en los trabajos de relleno y regado de los mismos.

Incluye: Transporte y descarga del material a pie de tajo. Extendido del material de relleno en tongadas de espesor uniforme. Riego de la capa. Compactación y nivelación.

Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Uds.	m2	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2.178,000			2.178,000	
				2.178,000	2.178,000
		Total m <sup>2</sup> .....	2.178,000	2,13	4.639,14

2.3.2.- Soleras

2.3.2.1 M<sup>2</sup> Formación de solera de hormigón armado de 15 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, 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.

Incluye: 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.

Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin deducir la superficie ocupada por los pilares situados dentro de su perímetro.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2.178,000			2.178,000	
				2.178,000	2.178,000
		Total m <sup>2</sup> .....	2.178,000	10,78	23.478,84
		Total presupuesto parcial nº 2 Acondicionamiento del terreno :			43.073,15

**3. CIMENTACIONES.**

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe			
<i>3.1.- Regularización</i>								
<i>3.1.1.- Hormigón de limpieza</i>								
3.1.1.1	M <sup>2</sup>	Formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada. Incluye: Replanteo. Colocación de toques y/o formación de maestras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida sobre la superficie teórica de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie teórica ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			40	2,000	2,000		160,000	
			2	7,400	0,400		5,920	
			2	26,000	0,400		20,800	
			8	7,000	0,400		22,400	
			1	42,400	0,400		16,960	
							226,080	226,080
					Total m <sup>2</sup> .....	226,080	8,58	1.939,77

3.2.1.- Zapatas

3.2.1.1 M<sup>3</sup> Formación de zapata 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, con una cuantía aproximada de 50 kg/m<sup>3</sup>. Incluso p/p de separadores, pasatubos para paso de instalaciones y armaduras de espera del pilar.

Incluye: Replanteo y trazado de las zapatas y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en las mismas. Colocación de separadores y fijación de las armaduras. Colocación de pasatubos. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase de cimientos. Curado del hormigón.

Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Zapatas	40	2,000	2,000	0,800	128,000	
					128,000	128,000
			Total m <sup>3</sup> .....	128,000	59,18	7.575,04

3.3.- Arriostramientos

3.3.1.- Vigas entre zapatas

3.3.1.1 M<sup>3</sup> Formación de viga de hormigón armado para el atado de la cimentación, realizada 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 60 kg/m<sup>3</sup>. Incluso p/p de separadores y pasatubos para paso de instalaciones.

Incluye: Colocación de la armadura con separadores homologados. Colocación de pasatubos. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase. Curado del hormigón.

Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2	7,400	0,400	0,400	2,368	
	2	26,000	0,400	0,400	8,320	
	8	7,000	0,400	0,500	11,200	
	1	42,400	0,400	0,400	6,784	
					28,672	28,672
				Total m <sup>3</sup> .....:	28,672	146,96
						4.213,64
						Total presupuesto parcial nº 3 Cimentaciones :
						13.728,45

## 4. ESTRUCTURAS.

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
----	----	-------------	----------	--------	---------

### 4.1.- Hormigón prefabricado

#### 4.1.1.- Forjados

4.1.1.1 M<sup>2</sup> Suministro y colocación de placas alveolares de 20 cm de canto y de 100 a 120 cm de anchura, con momento flector último de 3 kN·m/m, para formación de forjado de canto 20 + 5 cm, con altura libre de planta de entre 4 y 5 m, apoyado indirectamente sobre vigas planas de hormigón (no incluidas en este precio); relleno de juntas entre placas, zonas de enlace con apoyos y capa de compresión, realizados con hormigón HA-25/B/12/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, acero B 500 S en zona de negativos, con una cuantía aproximada de 4 kg/m<sup>2</sup>, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080. Incluso p/p de cortes longitudinales paralelos a los laterales de las placas; cortes transversales oblicuos, cajeados, taladros y formación de huecos, apuntalamiento y desapuntalamiento de la losa, 1 kg/m<sup>2</sup> de piezas de acero UNE-EN 10025 S275JR tipo Omega, en posición invertida, laminado en caliente, con recubrimiento galvanizado, separadores y montaje mediante grúa. Sin incluir repercusión de apoyos ni pilares.

Incluye: Todas. Replanteo de la geometría de la planta. Montaje de las losas. Apuntalamiento. Enlace del forjado con sus apoyos. Cortes, taladros y huecos. Colocación de las armaduras con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Regleado y nivelación de la capa de compresión. Curado del hormigón. Desapuntalamiento. Reparación de defectos superficiales.

Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en verdadera magnitud desde las caras exteriores de los zunchos del perímetro, según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 6 m<sup>2</sup>.

Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, desde las caras exteriores de los zunchos del perímetro, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 6 m<sup>2</sup>.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
edificio oficinas-laboratorio		42,400	7,000		296,800	
					296,800	296,800
				Total m <sup>2</sup> .....	296,800	77,47
						22.993,10



4.1.1.2 Kg Suministro y montaje de acero galvanizado UNE-EN 10025 S235JRC, en perfiles conformados en frío, piezas simples de las series C o Z, para formación de correas sobre las que se apoyará la chapa o panel que actuará como cubierta (no incluida en este precio), y quedarán fijadas a las cerchas mediante tornillos normalizados. Incluso p/p de accesorios y elementos de anclaje.

Incluye: Todas. Replanteo de las correas sobre las cerchas. Presentación de las correas sobre las cerchas. Aplomado y nivelación definitivos. Resolución de sus fijaciones a las cerchas.

Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

	Uds.	Largo	Ancho	kg/m	Parcial	Subtotal
C-200	24	72,400		6,000	10.425,60	
					0	
					10.425,60	10.425,600
					0	
				Total kg .....:	10.425,600	2,40
						25.021,44

4.1.2.- Pilares

4.1.2.1 Ud Suministro y colocación de pilar prefabricado de hormigón armado de sección 40x40 cm, de 9 m de altura, para acabado visto del hormigón, con una ménsula a una cara. Incluso montaje mediante grúa, conexión con pilar o macizo inferior en el que se apoya y apeos necesarios.

Incluye: Todas. Replanteo de los pilares. Izado y presentación de los pilares mediante grúa. Ajuste a su posición correcta y nivelación. Formación de la unión con los elementos de apoyo. Llenado y sellado de juntas.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	40				40,000	
					40,000	40,000
				Total Ud .....:	40,000	433,45
						17.338,00

4.1.3.- Vigas

- 4.1.3.1 M Suministro y colocación de viga prefabricada de hormigón armado tipo delta, de 206 cm de altura en el centro y 50 cm. en los extremos y 20 cm de anchura de alma, con un momento flector máximo según calculo empresa prefabricados. Incluso montaje mediante grúa, conexión con pilares en los que se apoya y apeos necesarios.  
 Incluye: Todas. Replanteo de las vigas. Izado y presentación de las vigas mediante grúa. Ajuste a su posición correcta y nivelación. Formación de la unión con los elementos de apoyo. Llenado y sellado de juntas.  
 Criterio de medición de proyecto: Longitud medida a ejes, según documentación gráfica de Proyecto.  
 Criterio de medición de obra: Se medirá, a ejes, la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
13	26,000			338,000		
				338,000	338,000	
Total m .....:				338,000	80,61	27.246,18

- 4.1.3.2 M Suministro y colocación de viga prefabricada de hormigón armado tipo T invertida, de 30 cm de anchura de alma, 30 cm de altura de talón, 45 cm de anchura total y 45 cm de altura total, con un momento flector máximo de 360 kN·m. Incluso montaje mediante grúa, conexión con pilares en los que se apoya y apeos necesarios.  
 Incluye: Todas. Replanteo de las vigas. Izado y presentación de las vigas mediante grúa. Ajuste a su posición correcta y nivelación. Formación de la unión con los elementos de apoyo. Llenado y sellado de juntas.  
 Criterio de medición de proyecto: Longitud medida a ejes, según documentación gráfica de Proyecto.  
 Criterio de medición de obra: Se medirá, a ejes, la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
8	7,000			56,000		
				56,000	56,000	
Total m .....:				56,000	135,94	7.612,64
Total presupuesto parcial nº 4 Estructuras :					100.211,36	

## 5. FACHADAS.

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe			
<i>5.1.- Carpintería exterior</i>								
5.1.1	Ud	<p>Suministro y colocación de puerta enrollable para garaje, de lamas de aluminio extrusionado, 450x250 cm, panel totalmente ciego, acabado blanco. Apertura automática con equipo de motorización (incluido en el precio). Incluso cajón recogedor forrado, torno, muelles de torsión, poleas, guías y accesorios, cerradura central con llave de seguridad y falleba de accionamiento manual. Elaborada en taller, ajuste y fijación en obra. Totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>Incluye: Colocación y fijación de los perfiles guía. Introducción del cierre de lamas en las guías. Colocación y fijación del eje a los soportes. Fijación del cierre de lamas al tambor. Montaje del sistema de apertura. Montaje del sistema de accionamiento. Repaso y engrase de mecanismos y guías. Realización de pruebas de servicio.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			3				3,000	
							3,000	3,000
			Total Ud .....		3,000		3.103,33	9.309,99

5.1.2 M<sup>2</sup> Suministro y montaje de carpintería de aluminio anodizado color inox con espesor mínimo de 15 micras, en cerramiento de zaguanes de entrada al edificio, formada por hojas fijas y practicables; certificado de conformidad marca de calidad EWAA EURAS (QUALANOD), gama básica, sin premarco; compuesta por perfiles extrusionados formando cercos y hojas de 1,5 mm de espesor mínimo en perfiles estructurales, herrajes de colgar, cerradura, manivela y abrepuertas, juntas de acristalamiento de EPDM, tornillería de acero inoxidable, elementos de estanqueidad, accesorios y utillajes de mecanizado homologados. Incluso p/p de garras de fijación, sellado perimetral de juntas por medio de un cordón de silicona neutra y ajuste final en obra. Elaborada en taller, con clasificación a la permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, a la estanqueidad al agua según UNE-EN 12208 y a la resistencia a la carga del viento según UNE-EN 12210. Totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

Incluye: Marcado de los puntos de fijación y recibido de patillas. Colocación de la carpintería. Ajuste final de las hojas. Sellado de juntas perimetrales. Realización de pruebas de servicio.

Criterio de medición de proyecto: Superficie del hueco a cerrar, medida según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá, con las dimensiones del hueco, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	8,000		3,000	24,000	
				24,000	24,000
		Total m <sup>2</sup> .....	24,000	153,82	3.691,68

5.2.- Vidrios

5.2.1.- Especiales: doble acristalamiento con cámara

5.2.1.1 M<sup>2</sup> Doble acristalamiento de seguridad (laminar), conjunto formado por vidrio exterior laminar de seguridad 6+6 (compuesto por dos lunas de vidrio laminar de 6 mm, unidas mediante una lámina de butiral de polivinilo incoloro), cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral de 8 mm, y vidrio interior laminar de seguridad de 6+6 mm de espesor, fijada sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona sintética incolora, compatible con el material soporte. Incluso cortes del vidrio, colocación de junquillos y señalización de las hojas.

Incluye: Todas. Colocación, calzado, montaje y ajuste en la carpintería. Sellado final de estanqueidad. Señalización de las hojas.

Criterio de medición de proyecto: Superficie de carpintería a acristalar, según documentación gráfica de Proyecto, incluyendo en cada hoja vidriera las dimensiones del bastidor.

Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sumando, para cada una de las piezas, la superficie resultante de redondear por exceso cada una de sus aristas a múltiplos de 30 mm.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	8,000		3,000	24,000	
				24,000	24,000
		Total m <sup>2</sup> .....	24,000	111,45	2.674,80

5.3.- Paneles prefabricados de hormigón

5.3.1 M<sup>2</sup> Suministro y montaje horizontal de cerramiento de fachada formado por placas alveolares de hormigón pretensado, de 16 cm de espesor, 1,2 m de anchura y 9 m de longitud máxima, acabado en hormigón gris, con inclusión o delimitación de huecos. Incluso p/p de resolución del apoyo de las placas sobre la superficie superior de la cimentación, enlace de las cabezas de las placas a las vigas de la estructura mediante conectores, enlace de los extremos de las placas a los pilares de la estructura y sellado de juntas con silicona neutra, colocación en obra de las placas con ayuda de grúa autopropulsada y apuntalamientos. Totalmente montadas.

Incluye: Todas. Replanteo de placas. Colocación del cordón de caucho adhesivo. Posicionado de las placas en su lugar de colocación. Aplomo y apuntalamiento de las placas. Soldadura de los elementos metálicos de conexión. Sellado de juntas y retacado final con mortero de retracción.

Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m<sup>2</sup>.

Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m<sup>2</sup>.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
2	72,400		10,000	1.448,000	
2	26,000		10,000	520,000	
2	7,000		4,800	67,200	
2	42,400		4,800	407,040	
				2.442,240	2.442,240
			Total m <sup>2</sup> .....:	2.442,240	22,77
			Total presupuesto parcial nº 5 Fachadas :		71.286,27

## 6. PARTICIONES.

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe			
<i>6.1.- Puertas de paso interiores</i>								
<i>6.1.1.- De madera</i>								
6.1.1.1	Ud	Suministro y colocación de puerta de paso ciega, de una hoja de 203x82,5x3,5 cm, de tablero aglomerado directo, barnizada en taller, de roble recompuesto, modelo con moldura recta; precerco de pino país de 90x35 mm; galces de MDF, con rechapado de madera, de roble recompuesto de 90x20 mm; tapajuntas de MDF, con rechapado de madera, de roble recompuesto de 90x12 mm en ambas caras. Incluso herrajes de colgar, cierre y manivela sobre escudo largo de latón negro brillo, serie básica. Ajuste de la hoja, fijación de los herrajes y ajuste final. Totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).						
		Incluye: Colocación de los herrajes de colgar. Colocación de la hoja. Colocación de los herrajes de cierre. Colocación de accesorios. Realización de pruebas de servicio.						
		Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.						
		Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2				2,000	
							2,000	2,000
			Total Ud .....:		2,000		216,43	432,86

6.1.1.2 Ud Suministro y colocación de puerta de paso ciega, de dos hojas de 203x82,5x3,5 cm, de tablero aglomerado directo, barnizada en taller, de roble recompuesto, modelo con moldura recta; precerco de pino país de 90x35 mm; galces de MDF, con rechapado de madera, de roble recompuesto de 90x20 mm; tapajuntas de MDF, con rechapado de madera, de roble recompuesto de 90x12 mm en ambas caras. Incluso herrajes de colgar, cierre y manivela sobre escudo largo de latón negro brillo, serie básica. Ajuste de la hoja, fijación de los herrajes y ajuste final. Totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

Incluye: Colocación de los herrajes de colgar. Colocación de la hoja. Colocación de los herrajes de cierre. Colocación de accesorios. Realización de pruebas de servicio.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1				1,000	
				1,000	1,000
Total Ud .....:				1,000	352,90
					352,90

6.1.2.- Resistentes al fuego

6.1.2.1 Ud Suministro y colocación de puerta cortafuegos pivotante homologada, EI2 60-C5, de dos hojas de 63 mm de espesor, 1500x2000 mm de luz y altura de paso, acabado lacado en color blanco formada por 2 chapas de acero galvanizado de 0,8 mm de espesor, plegadas, ensambladas y montadas, con cámara intermedia de lana de roca de alta densidad y placas de cartón yeso, sobre cerco de acero galvanizado de 1,5 mm de espesor con junta intumescente y garras de anclaje a obra, incluso ambas hojas provistas de cierrapuertas para uso moderado, selector de cierre para asegurar el adecuado cerrado de las puertas, barra antipánico, tapa ciega para la cara exterior. Elaborada en taller, con ajuste y fijación en obra. Totalmente montada y probada.

Incluye: Marcado de puntos de fijación y aplomado del cerco. Fijación del cerco al paramento. Sellado de juntas perimetrales. Colocación de la hoja.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
12				12,000	
				12,000	12,000
Total Ud .....:				12,000	941,83
					11.301,96



6.2.- Tabiques

6.2.1.- Hoja para revestir

6.2.1.1 M<sup>2</sup> Formación de hoja de partición interior de 1/2 pie de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico perforado (panel), para revestir, 24x12x9 cm, recibida con mortero de cemento M-5. Incluso p/p de replanteo, nivelación y aplomado, recibido de cercos y precercos, mermas, roturas, enjarjes, mochetas y limpieza.

Incluye: Todas. Replanteo y trazado en el forjado de los tabiques a realizar. Colocación y aplomado de miras de referencia. Colocación, aplomado y nivelación de cercos y precercos de puertas y armarios. Tendido de hilos entre miras. Colocación de las piezas por hiladas a nivel. Recibido a la obra de los elementos de fijación de cercos y precercos. Encuentros de la fábrica con fachadas, pilares y tabiques. Encuentro de la fábrica con el forjado superior.

Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m<sup>2</sup>.

Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m<sup>2</sup>.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2	7,000		3,950	55,300	
		24,000		3,950	94,800	
	2	4,680		3,950	36,972	
					187,072	187,072
			Total m <sup>2</sup> .....	187,072	21,36	3.995,86

6.2.1.2 M<sup>2</sup> Formación de hoja de partición interior de 1/2 pie de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, 33x16x11 cm, recibida con mortero de cemento M-5. Incluso p/p de replanteo, nivelación y aplomado, recibido de cercos y precercos, mermas, roturas, enjarjes, mochetas y limpieza.

Incluye: Todas. Replanteo y trazado en el forjado de los tabiques a realizar. Colocación y aplomado de miras de referencia. Colocación, aplomado y nivelación de cercos y precercos de puertas y armarios. Tendido de hilos entre miras. Colocación de las piezas por hiladas a nivel. Recibido a la obra de los elementos de fijación de cercos y precercos. Encuentros de la fábrica con fachadas, pilares y tabiques. Encuentro de la fábrica con el forjado superior.

Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m<sup>2</sup>.

Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m<sup>2</sup>.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
2	42,200		3,950	333,380	
2	7,000		3,950	55,300	
				388,680	388,680
			Total m <sup>2</sup> .....	388,680	16,18
					6.288,84

6.3.- Ayudas

6.3.1.- Albañilería

6.3.1.1 M<sup>2</sup> Repercusión por m<sup>2</sup> de superficie construida de obra de ayudas de cualquier trabajo de albañilería, necesarias para la correcta ejecución de la instalación de climatización formada por: conductos con sus accesorios y piezas especiales, rejillas, bocas de ventilación, compuertas, toberas, reguladores, difusores, cualquier otro elemento componente de la instalación y p/p de conexiones a las redes eléctrica, de fontanería y de salubridad, en edificio de otros usos, incluida p/p de elementos comunes. Incluso material auxiliar para realizar todos aquellos trabajos de apertura y tapado de rozas, apertura de huecos en tabiquería, muros, forjados y losas, para paso de instalaciones, fijación de soportes, recibidos y remates precisos para el correcto montaje de la instalación.

Incluye: Trabajos de apertura y tapado de rozas. Apertura de agujeros en paramentos, muros, forjados y losas, para el paso de instalaciones. Colocación de pasatubos. Colocación y recibido de cajas para elementos empotrados. Sellado de agujeros y huecos de paso de instalaciones.

Criterio de medición de proyecto: Superficie construida, medida según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2.178,000			2.178,000	
				2.178,000	2.178,000
			Total m <sup>2</sup> .....: 2.178,000	1,04	2.265,12

6.3.1.2 M<sup>2</sup> Repercusión por m<sup>2</sup> de superficie construida de obra de ayudas de cualquier trabajo de albañilería, necesarias para la correcta ejecución de la instalación audiovisual formada por: sistema colectivo de captación de señales de TV y radio, sistema de interfonía y/o vídeo (placa de calle, módulo amplificador, módulo pulsador, alimentador de audio, monitor de teléfono y abrepuerta), mecanismos y accesorios, en edificio de otros usos, incluida p/p de elementos comunes. Incluso material auxiliar para realizar todos aquellos trabajos de apertura y tapado de rozas, apertura de huecos en tabiquería, muros, forjados y losas, para paso de instalaciones, fijación de soportes, recibidos y remates precisos para el correcto montaje de la instalación.

Incluye: Trabajos de apertura y tapado de rozas. Apertura de agujeros en paramentos, muros, forjados y losas, para el paso de instalaciones. Colocación de pasatubos. Colocación y recibido de cajas para elementos empotrados. Sellado de agujeros y huecos de paso de instalaciones.

Criterio de medición de proyecto: Superficie construida, medida según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2.178,000			2.178,000	
				2.178,000	2.178,000
		Total m <sup>2</sup> .....	2.178,000	0,38	827,64

6.3.1.3 M<sup>2</sup> Repercusión por m<sup>2</sup> de superficie construida de obra de ayudas de cualquier trabajo de albañilería, necesarias para la correcta ejecución de la instalación eléctrica formada por: puesta a tierra, red de equipotencialidad, caja general de protección, línea general de alimentación, centralización de contadores, derivaciones individuales y red de distribución interior, en edificio de otros usos, incluida p/p de elementos comunes. Incluso material auxiliar para realizar todos aquellos trabajos de apertura y tapado de rozas, apertura de huecos en tabiquería, muros, forjados y losas, para paso de instalaciones, fijación de soportes, recibidos y remates precisos para el correcto montaje de la instalación.

Incluye: Trabajos de apertura y tapado de rozas. Apertura de agujeros en paramentos, muros, forjados y losas, para el paso de instalaciones. Colocación de pasatubos. Colocación y recibido de cajas para elementos empotrados. Sellado de agujeros y huecos de paso de instalaciones.

Criterio de medición de proyecto: Superficie construida, medida según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2.178,000			2.178,000	
				2.178,000	2.178,000
		Total m <sup>2</sup> .....	2.178,000	3,70	8.058,60

6.3.1.4 M<sup>2</sup> Repercusión por m<sup>2</sup> de superficie construida de obra de ayudas de cualquier trabajo de albañilería, necesarias para la correcta ejecución de la instalación de fontanería formada por: acometida, tubo de alimentación, batería de contadores, grupo de presión, depósito, montantes, instalación interior, cualquier otro elemento componente de la instalación, accesorios y piezas especiales, en edificio de otros usos, incluida p/p de elementos comunes. Incluso material auxiliar para realizar todos aquellos trabajos de apertura y tapado de rozas, apertura de huecos en tabiquería, muros, forjados y losas, para paso de instalaciones, fijación de soportes, recibidos y remates precisos para el correcto montaje de la instalación.

Incluye: Trabajos de apertura y tapado de rozas. Apertura de agujeros en paramentos, muros, forjados y losas, para el paso de instalaciones. Colocación de pasatubos. Colocación y recibido de cajas para elementos empotrados. Sellado de agujeros y huecos de paso de instalaciones.

Criterio de medición de proyecto: Superficie construida, medida según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2.178,000			2.178,000	
				2.178,000	2.178,000
		Total m <sup>2</sup> .....	2.178,000	1,96	4.268,88

6.3.1.5 M<sup>2</sup> Repercusión por m<sup>2</sup> de superficie construida de obra de ayudas de cualquier trabajo de albañilería, necesarias para la correcta ejecución de la instalación de gas formada por: batería de contadores y cualquier otro elemento componente de la instalación, en edificio de otros usos, incluida p/p de elementos comunes. Incluso material auxiliar para realizar todos aquellos trabajos de apertura y tapado de rozas, apertura de huecos en tabiquería, muros, forjados y losas, para paso de instalaciones, fijación de soportes, recibidos y remates precisos para el correcto montaje de la instalación.

Incluye: Trabajos de apertura y tapado de rozas. Apertura de agujeros en paramentos, muros, forjados y losas, para el paso de instalaciones. Colocación de pasatubos. Colocación y recibido de cajas para elementos empotrados. Sellado de agujeros y huecos de paso de instalaciones.

Criterio de medición de proyecto: Superficie construida, medida según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2.178,000			2.178,000	
				2.178,000	2.178,000
			Total m <sup>2</sup> .....:	2.178,000	0,85
					1.851,30

6.3.1.6 M<sup>2</sup> Repercusión por m<sup>2</sup> de superficie construida de obra de ayudas de cualquier trabajo de albañilería, necesarias para la correcta ejecución de la instalación de apliques y luminarias para iluminación, en edificio de otros usos, incluida p/p de elementos comunes. Incluso material auxiliar para realizar todos aquellos trabajos de apertura y tapado de rozas, apertura de huecos en tabiquería, muros, forjados y losas, para paso de instalaciones, fijación de soportes, recibidos y remates precisos para el correcto montaje de la instalación.

Incluye: Trabajos de apertura y tapado de rozas. Apertura de agujeros en paramentos, muros, forjados y losas, para el paso de instalaciones. Colocación de pasatubos. Colocación y recibido de cajas para elementos empotrados. Sellado de agujeros y huecos de paso de instalaciones.

Criterio de medición de proyecto: Superficie construida, medida según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2.178,000			2.178,000	
				2.178,000	2.178,000
			Total m <sup>2</sup> .....:	2.178,000	0,14 304,92



6.3.1.7 M<sup>2</sup> Repercusión por m<sup>2</sup> de superficie construida de obra de ayudas de cualquier trabajo de albañilería, necesarias para la correcta ejecución de la instalación de protección contra incendios formada por: equipos de detección y alarma, alumbrado de emergencia, equipos de extinción, ventilación, mecanismos y accesorios, en edificio de otros usos, incluida p/p de elementos comunes. Incluso material auxiliar para realizar todos aquellos trabajos de apertura y tapado de rozas, apertura de huecos en tabiquería, muros, forjados y losas, para paso de instalaciones, fijación de soportes, recibidos y remates precisos para el correcto montaje de la instalación.

Incluye: Trabajos de apertura y tapado de rozas. Apertura de agujeros en paramentos, muros, forjados y losas, para el paso de instalaciones. Colocación de pasatubos. Colocación y recibido de cajas para elementos empotrados. Sellado de agujeros y huecos de paso de instalaciones.

Criterio de medición de proyecto: Superficie construida, medida según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2.178,000			2.178,000	
				2.178,000	2.178,000
			Total m <sup>2</sup> .....: 2.178,000	0,29	631,62

6.3.1.8 M<sup>2</sup> Repercusión por m<sup>2</sup> de superficie construida de obra de ayudas de cualquier trabajo de albañilería, necesarias para la correcta ejecución de la instalación de salubridad formada por: sistema de evacuación (bajantes interiores y exteriores de aguas pluviales y residuales, canalones, botes sifónicos, colectores suspendidos, sistemas de elevación, derivaciones individuales y cualquier otro elemento componente de la instalación), apertura y tapado de agujeros en paramentos, muros, forjados y losas, colocación de pasatubos, cajeado y tapado de agujeros y huecos de paso de instalaciones, en edificio de otros usos, incluida p/p de elementos comunes. Incluso material auxiliar para realizar todos aquellos trabajos de apertura y tapado de rozas, apertura de huecos en tabiquería, muros, forjados y losas, para paso de instalaciones, fijación de soportes, rebajes, recibidos y remates precisos para el correcto montaje de la instalación.

Incluye: Trabajos de apertura y tapado de rozas. Apertura de agujeros en paramentos, muros, forjados y losas, para el paso de instalaciones. Colocación de pasatubos. Colocación y recibido de cajas para elementos empotrados. Tapado de agujeros y huecos de paso de instalaciones.

Criterio de medición de proyecto: Superficie construida, medida según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2.178,000			2.178,000	
				2.178,000	2.178,000
			Total m <sup>2</sup> .....: 2.178,000	1,61	3.506,58
				Total presupuesto parcial n° 6 Particiones :	44.087,08

## 7. INSTALACIONES.

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
----	----	-------------	----------	--------	---------

### 7.1.- Infraestructura de telecomunicaciones

#### 7.1.4.- Canalizaciones principales

- 7.1.4.1 M Suministro e instalación de canalización principal en conducto de obra de fábrica (no incluido en este precio), entre el RITI o RITM inferior y el RITS o RITM superior a través de las distintas plantas del edificio, en edificación de 10 PAU, formada por 5 tubos (1 RTV, 1 cable de pares o cable de pares trenzados, 1 cable coaxial, 1 cable de fibra óptica, 1 reserva) de polipropileno flexible, corrugados de 50 mm de diámetro, resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 2 julios. Incluso p/p de accesorios, elementos de sujeción e hilo guía. Totalmente montada.
- Incluye: Replanteo y trazado de la línea. Colocación y fijación de los tubos. Colocación del hilo guía.
- Criterio de medición de proyecto: Longitud medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.
- Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	100,000			100,000	
				100,000	100,000
			Total m .....:	100,000	2.233,00

7.1.5.- Canalizaciones secundarias

7.1.5.1 M Suministro e instalación de canalización secundaria empotrada en tramo comunitario, entre el registro secundario y el registro de terminación de red en el interior de la vivienda, en edificación de hasta 3 PAU, formada por 4 tubos (1 RTV, 1 cable de pares o cable de pares trenzados, 1 cable coaxial, 1 cable de fibra óptica) de PVC flexible, corrugados, reforzados de 32 mm de diámetro, resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 2 julios. Incluso p/p de accesorios, elementos de sujeción e hilo guía. Totalmente montada.

Incluye: Replanteo y trazado de la línea. Colocación y fijación de los tubos. Colocación del hilo guía.

Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	200,000			200,000	
				200,000	200,000
		Total m .....:	200,000	7,66	1.532,00

7.1.6.- Canalizaciones interiores

7.1.6.1 Ud Suministro e instalación de registro de terminación de red, formado por caja de plástico para empotrar en tabique y disposición del equipamiento principalmente en vertical, de 500x600x80 mm. Incluso accesorios, piezas especiales y fijaciones. Totalmente montado.  
 Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de la caja.  
 Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.  
 Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	200,000			200,000	
				200,000	200,000
			Total Ud .....:	200,000	51,51
					10.302,00

7.2.- Calefacción, climatización y A.C.S.

7.2.1.- Agua caliente

7.2.1.1 Ud Suministro e instalación de termo eléctrico para el servicio de A.C.S., mural vertical, resistencia blindada, capacidad 200 l, potencia 2400 W, de 550 mm de diámetro y 1334 mm de altura, formado por cuba de acero vitrificado, aislamiento de espuma de poliuretano y ánodo de sacrificio de magnesio. Incluso soporte y anclajes de fijación, válvula de seguridad antirretorno, llaves de corte de esfera y latiguillos flexibles, tanto en la entrada de agua como en la salida. Totalmente montado, conexionado y puesto en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.

Incluye: Replanteo del aparato. Fijación en paramento mediante elementos de anclaje. Colocación del aparato y accesorios. Conexionado con las redes de conducción de agua, eléctrica y de tierra. Puesta en marcha.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1				1,000	
				1,000	1,000
			Total Ud .....:	1,000	534,66

7.2.2.- Unidades autónomas de climatización

7.2.2.1 Ud Suministro e instalación de unidad interior de aire acondicionado, de cassette, sistema aire-aire multi-split, para gas R-410A, bomba de calor, gama semi-industrial (PAC), alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo FDT 125 VF "MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES", potencia frigorífica nominal 12,5 kW (temperatura de bulbo seco 27°C, temperatura de bulbo húmedo 19°C), potencia calorífica nominal 14 kW (temperatura de bulbo seco 20°C), de 298x840x840 mm con panel de 35x950x950 mm, nivel sonoro (velocidad baja) 37 dBA, caudal de aire (velocidad ultra alta) 2220 m³/h, con filtro, bomba de drenaje y control por cable modelo RC-E5. Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.

Incluye: Replanteo de la unidad. Instalación de la unidad. Conexionado del equipo a las líneas frigoríficas. Conexionado del equipo a la red eléctrica. Conexionado del equipo al circuito de control. Conexionado del equipo a la red de desagüe. Puesta en marcha.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
4				4,000	
				4,000	4,000
			Total Ud .....:	4,000	1.743,07
					6.972,28

7.3.- Eléctricas

7.3.3.- Líneas generales de alimentación

7.3.3.1 M Suministro e instalación de línea general de alimentación enterrada, que enlaza la caja general de protección con la centralización de contadores, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) 3x240+2G120 mm<sup>2</sup>, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, bajo tubo protector de polietileno de doble pared, de 200 mm de diámetro, resistencia a compresión mayor de 450 N, suministrado en rollo, colocado sobre cama o lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada mediante equipo manual con pisón vibrante, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería, sin incluir la excavación ni el posterior relleno principal de las zanjas. Incluso hilo guía. Totalmente montada, conexionada y probada.

Incluye: Replanteo y trazado de la zanja. Ejecución del lecho de arena para asiento del tubo. Colocación del tubo en la zanja. Tendido de cables. Conexionado. Ejecución del relleno envolvente.

Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	50,000			50,000	
				50,000	50,000
		Total m .....:	50,000	142,99	7.149,50



7.3.4.- Derivaciones individuales, cuadro contadores y centro de transformación

7.3.4.1 Ud Suministro e instalación de centralización de contadores sobre paramento vertical, en armario de contadores, compuesta por: unidad funcional de interruptor general de maniobra de 250 A; unidad funcional de embarrado general de la concentración formada por 1 módulo; unidad funcional de fusibles de seguridad formada por 1 módulo; unidad funcional de medida formada por 1 módulo de contadores monofásicos y 1 módulo de contadores trifásicos y módulo de servicios generales con seccionamiento; unidad funcional de mando que contiene los dispositivos de mando para el cambio de tarifa de cada suministro; unidad funcional de embarrado de protección, bornes de salida y conexión a tierra formada por 1 módulo. Incluso p/p de conexiones de la línea repartidora y de las derivaciones individuales a sus correspondientes bornes y embarrados, cableado y cuantos accesorios sean necesarios para su correcta instalación. Totalmente montada, conexiónada y probada.

Incluye: Replanteo del conjunto prefabricado. Colocación y nivelación del conjunto prefabricado. Fijación de módulos al conjunto prefabricado. Conexiónado.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1				1,000	
				1,000	1,000
			Total Ud .....:	1,000	895,40

7.3.4.2 Ud Suministro e instalación de cuadro general de mando y protección para local de 1882 m<sup>2</sup>, formado por caja empotrable de material aislante con puerta opaca, para alojamiento del interruptor de control de potencia (ICP) (no incluido en este precio) en compartimento independiente y precintable y de los siguientes dispositivos: 1 interruptor general automático (IGA) de corte omnipolar, 11 interruptores diferenciales de 40 A, 11 interruptores automáticos magnetotérmicos de 10 A, 6 interruptores automáticos magnetotérmicos de 16 A, 3 interruptores automáticos magnetotérmicos de 25 A, para protección de los siguientes circuitos interiores (no incluidos en este precio): 5 circuitos para alumbrado, 5 circuitos para tomas de corriente, 3 circuitos para ventilación, 5 circuitos para alumbrado de emergencia, 1 circuito para cierre automatizado, 1 circuito para sistema de detección y alarma de incendios. Totalmente montado, conexionado y probado.

Incluye: Replanteo. Colocación de la caja para el cuadro. Montaje de los componentes.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1				1,000	
				1,000	1,000
			Total Ud .....:	1,000	2.341,25
				2.341,25	2.341,25

7.3.4.3 M Suministro e instalación de derivación individual monofásica fija en superficie para local comercial u oficina, delimitada entre la centralización de contadores o la caja de protección y medida y el cuadro de mando y protección de cada usuario, formada por cables unipolares con conductores de cobre, ES07Z1-K (AS) 2x25+1G16 mm<sup>2</sup>, siendo su tensión asignada de 450/750 V, bajo tubo protector de PVC rígido, blindado, roscable, de color negro, con IP 547, de 50 mm de diámetro. Incluso p/p de accesorios, elementos de sujeción e hilo de mando para cambio de tarifa. Totalmente montada, conexionada y probada.

Incluye: Replanteo y trazado de la línea. Colocación y fijación del tubo. Tendido de cables. Conexionado.

Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Derivación individual desde cuadro eléctrico hasta cada equipo	20	150,000			3.000,000	
					3.000,000	3.000,000
			Total m .....:	3.000,000	12,11	36.330,00

7.3.4.4 Ud Suministro e instalación de red eléctrica de distribución interior para local de 313 m<sup>2</sup>, compuesta de los siguientes elementos: CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN formado por caja empotrable de material aislante con puerta transparente, para alojamiento del interruptor de control de potencia (ICP) (no incluido en este precio) en compartimento independiente y precintable y de los siguientes dispositivos: 1 interruptor general automático (IGA) de corte omnipolar, 5 interruptores diferenciales de 40 A, 5 interruptores automáticos magnetotérmicos de 10 A, 3 interruptores automáticos magnetotérmicos de 16 A, 1 interruptor automático magnetotérmico de 25 A; CIRCUITOS INTERIORES constituidos por cables unipolares con conductores de cobre, ES07Z1-K (AS) 3G2,5 mm<sup>2</sup> y 5G6 mm<sup>2</sup>, bajo tubo protector de PVC flexible, corrugado, con IP 545, para canalización empotrada: 2 circuitos para alumbrado, 2 circuitos para tomas de corriente, 1 circuito para aire acondicionado, 2 circuitos para alumbrado de emergencia, 1 circuito para cierre automatizado, 1 circuito para sistema de detección y alarma de incendios; MECANISMOS: gama básica (tecla o tapa y marco: blanco; embellecedor: blanco). Totalmente montada, conexionada y probada.

Incluye: Replanteo y trazado de canalizaciones. Colocación de la caja para el cuadro. Montaje de los componentes. Colocación y fijación de los tubos. Colocación de cajas de derivación y de empotrar. Tendido y conexionado de cables. Colocación de mecanismos.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1				1,000	
				1,000	1,000
			Total Ud .....:	1,000	3.097,62
				3.097,62	3.097,62

7.3.4.5	U	Centro de transformación particular en edificio prefabricado de hormigón armado y de dimensiones exteriores 6310x2310x2620mm, compuesto por 2 celdas de línea, 1 celda de seccionamiento, 1 celda de protección general con disyuntor, 1 celda de medida y 1 transformador/es de potencia 2000 kVA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
				1				1,000	
							1,000	1,000	
						Total u .....:	1,000	35.696,57	35.696,57

7.4.- Fontanería

7.4.1.- Acometidas

7.4.1.1 Ud Suministro y montaje de acometida enterrada para abastecimiento de agua potable de 10 m de longitud, que une la red general de distribución de agua potable de la empresa suministradora con la instalación general del edificio, continua en todo su recorrido sin uniones o empalmes intermedios no registrables, formada por tubo de polietileno PE 100, de 63 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 3,8 mm de espesor, colocada sobre cama o lecho de arena de 15 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada, debidamente compactada y nivelada mediante equipo manual con pisón vibrante, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería; collarín de toma en carga colocado sobre la red general de distribución que sirve de enlace entre la acometida y la red; llave de corte de esfera de 2" de diámetro con mando de cuadradillo colocada mediante unión roscada, situada junto a la edificación, fuera de los límites de la propiedad, alojada en arqueta prefabricada de polipropileno de 40x40x40 cm, colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/20/I de 15 cm de espesor. Incluso p/p de accesorios y piezas especiales, demolición y levantado del firme existente, posterior reposición con hormigón en masa HM-20/P/20/I, y conexión a la red. Sin incluir la excavación ni el posterior relleno principal. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

Incluye: Replanteo y trazado de la acometida, coordinado con el resto de instalaciones o elementos que puedan tener interferencias. Rotura del pavimento con compresor. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación. Vertido y compactación del hormigón en formación de solera. Colocación de la arqueta prefabricada. Vertido de la arena en el fondo de la zanja. Colocación de la tubería. Montaje de la llave de corte. Colocación de la tapa. Ejecución del relleno envolvente. Empalme de la acometida con la red general del municipio. Realización de pruebas de servicio.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
1				1,000		
				1,000	1,000	
Total Ud .....:				1,000	1.051,89	1.051,89

7.4.2.- Tubos de alimentación

7.4.2.1 M Suministro y montaje de tubería para alimentación de agua potable, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), de 63 mm de diámetro exterior, serie 5, PN=6 atm y 5,8 mm de espesor. Incluso p/p de elementos de montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales, y demás material auxiliar. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio). Incluye: Replanteo y trazado. Colocación y fijación de tubo y accesorios. Realización de pruebas de servicio.

Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	30,000			30,000	
				30,000	30,000
			Total m .....:	30,000	32,99
					989,70

7.4.2.2 Ud Suministro y montaje de arqueta de paso prefabricada de polipropileno, de sección rectangular de 51x37 cm en la base y 30 cm de altura, con tapa de 38x25 cm y llave de paso de compuerta de latón fundido, sobre solera de hormigón en masa HM-20/B/20/I de 15 cm de espesor. Incluso conexiones de conducciones y remates. Totalmente montada, sin incluir la excavación ni el relleno del trasdós.

Incluye: Replanteo de la arqueta. 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 el paso de los tubos. Colocación y conexión de la llave de paso. Colocación de la tapa y los accesorios.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1				1,000	
				1,000	1,000
			Total Ud .....:	1,000	47,82
					47,82

7.4.3.- Contadores

- 7.4.3.1 Ud Preinstalación de contador general de agua 2 1/2" DN 63 mm, colocado en hornacina, conectado al ramal de acometida y al tubo de alimentación, formada por llave de corte general de compuerta de latón fundido; grifo de comprobación; filtro retenedor de residuos; válvula de retención de latón y llave de salida de compuerta de latón fundido. Incluso marco y tapa de fundición dúctil para registro y demás material auxiliar. Totalmente montada, conexcionada y probada. Sin incluir el precio del contador. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de accesorios y piezas especiales. Conexionado.
- Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.
- Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1				1,000	
				1,000	1,000
Total Ud .....			1,000	288,97	288,97

7.4.4.- Instalación interior

- 7.4.4.1 M Suministro y montaje de tubería para instalación interior, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), de 32 mm de diámetro exterior, serie 5, PN=6 atm y 2,9 mm de espesor. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexcionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).
- Incluye: Replanteo y trazado. Colocación y fijación de tubo y accesorios. Realización de pruebas de servicio.
- Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.
- Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
500,000				500,000	
				500,000	500,000
Total m .....			500,000	9,68	4.840,00



7.4.4.2 M Suministro y montaje de tubería para instalación interior, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), de 20 mm de diámetro exterior, serie 5, PN=6 atm y 1,9 mm de espesor. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).  
 Incluye: Replanteo y trazado. Colocación y fijación de tubo y accesorios. Realización de pruebas de servicio.  
 Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.  
 Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	50,000			50,000	
				50,000	50,000
			Total m .....:	50,000	3,54
					177,00

7.4.5.- Elementos

7.4.5.1 Ud Suministro e instalación de válvula de compuerta de latón fundido, de diámetro 1". Totalmente montada, conexionada y probada.  
 Incluye: Replanteo. Conexión de la válvula a los tubos.  
 Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.  
 Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
20				20,000	
				20,000	20,000
			Total Ud .....:	20,000	17,20
					344,00

7.5.- Gas

7.5.1.- Acometidas

7.5.1.1 Ud Suministro e instalación de la acometida de gas que une la red de distribución de gas de la empresa suministradora o la llave de salida en el caso de depósitos de almacenamiento de gases licuados del petróleo (GLP) con la llave de acometida, formada por tubería enterrada de 8 m de longitud de polietileno de alta densidad SDR 11, de 90 mm de diámetro colocada sobre cama de arena en el fondo de la zanja previamente excavada, con sus correspondientes accesorios y piezas especiales, collarín de toma en carga colocado sobre la red general de distribución que sirve de enlace entre la acometida y la red y llave de acometida formada por válvula de esfera de latón niquelado de 4" de diámetro colocada mediante unión roscada, situada junto a la edificación, fuera de los límites de la propiedad, alojada en arqueta prefabricada de polipropileno de 55x55x55 cm, colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/20/I de 15 cm de espesor y cerrada superiormente con tapa de PVC. Incluso demolición y levantado del firme existente, posterior reposición con hormigón en masa HM-20/P/20/I y conexión a la red. Sin incluir la excavación ni el posterior relleno principal. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

Incluye: Replanteo y trazado de la acometida en planta y pendientes, coordinado con el resto de instalaciones o elementos que puedan tener interferencias. Rotura del pavimento con compresor. 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 tubos a la arqueta. Colocación de la tapa y los accesorios. Presentación en seco de tuberías y piezas especiales. Vertido de la arena en el fondo de la zanja. Colocación de tuberías. Montaje de la llave de acometida. Empalme de la acometida con la red de distribución de gas. Realización de pruebas de servicio.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1				1,000	
				1,000	1,000
			Total Ud .....:	1,000	1.319,65

7.5.2.- Contadores

7.5.2.1 Ud Suministro e instalación de batería para gas natural de tubo de cobre, de presión máxima de operación (MOP) inferior a 0,05 bar, para centralización en local técnico (no incluido en el precio) de un máximo de 2 contadores de gas tipo G-4 en una fila, situada en planta baja, conectada a los montantes individuales ascendentes y a la instalación común, sin incluir el precio de los contadores. Incluso soportes para la batería, colector, llaves de corte, limitadores de caudal, soportes de contador, tomas de presión y placas de indicación. Totalmente montada, conexionada y probada.

Incluye: Replanteo. Colocación y fijación del soporte de batería. Colocación y fijación de accesorios y piezas especiales. Colocación de la batería. Conexionado.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1				1,000	
				1,000	1,000
			Total Ud .....:	1,000	365,63

7.5.3.- Conducciones

7.5.3.1 M Suministro y montaje de tubería para instalación común de gas, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, de 1" DN 25 mm de diámetro. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales colocados mediante soldadura eléctrica, raspado y limpieza de óxidos, mano de imprimación antioxidante de al menos 50 micras de espesor, dos manos de esmalte sintético de al menos 40 micras de espesor cada una y vaina metálica. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

Incluye: Replanteo y trazado. Raspado y limpieza de óxidos. Aplicación de imprimación antioxidante y esmalte. Colocación de la vaina. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio.

Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	100,000			100,000	
				100,000	100,000
			Total m .....:	100,000	26,02
					2.602,00

7.5.4.- Detección y alarma

7.5.4.1 Ud Suministro e instalación de sistema de detección automática de gas natural compuesto de 1 sonda conectada a central de detección automática de gas natural para 1 zona, montada sobre pared, con grado de protección IP 54, dotada de 1 barra de leds que indican el estado de funcionamiento, el estado de la sonda y la concentración de gas medida por la sonda de cada zona, 2 niveles de alarma, un relé aislado al vacío para cada nivel de alarma con los contactos libres de tensión y fuente de alimentación de 220 V. Incluso electroválvula de 3/8" de diámetro, normalmente cerrada, 1 sirena con señal óptica y acústica, cableado y canalización de protección de cableado. Totalmente montado, conexionado y probado.

Incluye: Replanteo de las líneas de interconexión y elementos que componen la instalación. Tendido y fijación del tubo protector del cableado y cajas de conexionado. Tendido de cables. Conexión a la fuente de alimentación. Montaje y conexionado de sondas. Colocación y fijación de la electroválvula.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1				1,000	
				1,000	1,000
Total Ud .....:				1,000	1.104,02

7.6.- Iluminación

7.6.1.- Interior

- 7.6.1.1 Ud Suministro e instalación de luminaria de techo de líneas rectas, de 1251x200x94 mm, para 1 lámpara fluorescente TL de 36 W; cuerpo de luminaria de chapa de acero termoesmaltado en color blanco; reflector de aluminio especular; balasto electrónico; protección IP 20. Incluso lámparas, accesorios, sujeciones y material auxiliar. Totalmente montada, conexionada y comprobada.  
 Incluye: Replanteo. Montaje, fijación y nivelación. Conexionado. Colocación de lámparas y accesorios.  
 Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.  
 Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	50				50,000	
					50,000	50,000
				Total Ud .....:	50,000	119,64
						5.982,00

- 7.6.1.2 Ud Suministro e instalación de luminaria industrial suspendida tipo Downlight, de 490 mm de diámetro y 480 mm de altura, para lámpara de vapor de mercurio elipsoidal HME de 250 W, con cuerpo de aluminio extruido lacado en color azul con equipo de encendido magnético; grado de protección IP 65; reflector de aluminio. Incluso lámparas, accesorios, sujeciones y material auxiliar. Totalmente montada, conexionada y comprobada.  
 Incluye: Replanteo. Montaje, fijación y nivelación. Conexionado. Colocación de lámparas y accesorios.  
 Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.  
 Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	24				24,000	
					24,000	24,000
				Total Ud .....:	24,000	181,62
						4.358,88

7.7.- *Contra incendios*

7.7.1.- *Detección y alarma*

7.7.1.1 Ud Suministro e instalación de central de detección automática de incendios, con 36 zonas de detección, con caja metálica con puerta acristalada y cerradura de seguridad, con módulo de alimentación, rectificador de corriente y cargador de batería, módulo de control con indicador de alarma y avería y conmutador de corte de zonas. Incluso baterías. Totalmente montada, conexionada y probada.

Incluye: Replanteo. Fijación al paramento. Conexión a la red eléctrica y al circuito de detección. Colocación y conexionado de las baterías.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal
	1					1,000	
						1,000	1,000
					Total Ud .....:	1,000	1.866,51

7.7.2.- *Alumbrado de emergencia*

7.7.2.1 Ud Suministro e instalación de luminaria de emergencia estanca, con tubo lineal fluorescente, 8 W - G5, flujo luminoso 100 lúmenes, carcasa de 405x134x134 mm, clase I, IP 65, con baterías de Ni-Cd de alta temperatura, autonomía de 1 h, alimentación a 230 V, tiempo de carga 24 h. Incluso accesorios, elementos de anclaje y material auxiliar. Totalmente montada, conexionada y probada.

Incluye: Replanteo. Montaje, fijación y nivelación. Conexionado.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal
	14					14,000	
						14,000	14,000
					Total Ud .....:	14,000	116,26

7.7.2.2 Ud Suministro e instalación de luminaria de emergencia estanca, con tubo compacto fluorescente, 11 W - G5, flujo luminoso 750 lúmenes, carcasa de 405x134x134 mm, clase I, IP 65, con baterías de Ni-Cd de alta temperatura, autonomía de 1 h, alimentación a 230 V, tiempo de carga 24 h. Incluso accesorios, elementos de anclaje y material auxiliar. Totalmente montada, conexiónada y probada.  
 Incluye: Replanteo. Montaje, fijación y nivelación. Conexiónado.  
 Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.  
 Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
12				12,000		
				12,000	12,000	
Total Ud .....:				12,000	205,87	2.470,44

7.7.3.- Señalización

7.7.3.1 Ud Suministro y colocación de placa de señalización de equipos contra incendios, de poliestireno fotoluminiscente, de 210x210 mm.  
 Incluye: Replanteo. Colocación y fijación al paramento mediante elementos de anclaje.  
 Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.  
 Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
30				30,000		
				30,000	30,000	
Total Ud .....:				30,000	6,65	199,50



7.7.4.- Sistemas de abastecimiento de agua

7.7.4.1 Ud Suministro e instalación de la acometida para abastecimiento de agua contra incendios de 4 m de longitud, que une la red general de distribución de agua potable o la red general de distribución de agua contra incendios de la empresa suministradora con la instalación de protección contra incendios, formada por tubería de acero galvanizado de 2 1/2" DN 63 mm de diámetro colocada sobre cama de arena en el fondo de la zanja previamente excavada, con sus correspondientes accesorios y piezas especiales. Incluso levantado del firme existente, posterior reposición con hormigón en masa HM-20/P/20/I, conexión a la red y armario homologado por la Compañía Suministradora colocado en la fachada. Sin incluir la excavación ni el relleno posterior de la zanja. Totalmente montada, conexas y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

Incluye: Replanteo y trazado de la acometida en planta y pendientes, coordinado con el resto de instalaciones o elementos que puedan tener interferencias. Rotura del pavimento con compresor. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación. Presentación en seco de tuberías y piezas especiales. Vertido de la arena en el fondo de la zanja. Colocación de tuberías. Colocación del armario en la fachada. Empalme de la acometida con la red general del municipio. Realización de pruebas de servicio.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1				1,000	
				1,000	1,000
Total Ud .....:				1,000	637,28

7.7.4.2 Ud Suministro e instalación de depósito para reserva de agua contra incendios de 25 m<sup>3</sup> de capacidad, prefabricado de poliéster, colocado en superficie, en posición vertical, sobre base resistente (no incluida en este precio), garantizándose las condiciones de suministro. Incluso válvula de flotador de 1 1/2" mm de diámetro para conectar con la acometida de la red de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, interruptores de nivel, válvula de bola de 50 mm de diámetro para vaciado y válvula de corte de mariposa de 1 1/2" de diámetro para conectar al grupo de presión, p/p de uniones, soportes, codos, manguitos, tes, piezas especiales y accesorios. Totalmente montado, conexionado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).  
 Incluye: Replanteo del recorrido de las tuberías y accesorios. Colocación y montaje del depósito. Colocación y fijación de tuberías y accesorios. Realización de pruebas de servicio.  
 Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.  
 Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1				1,000	
				1,000	1,000
			Total Ud .....:	1,000	4.297,23

7.7.4.3 Ud Suministro e instalación de grupo de presión de agua contra incendios, formado por: una bomba principal centrífuga de un escalón y de una entrada, cuerpo de impulsión de fundición GG25 en espiral con patas de apoyo y soporte cojinete con pata de apoyo, aspiración axial y boca de impulsión radial hacia arriba, rodete radial de fundición GG25, cerrado, compensación hidráulica mediante orificios de descarga en el rodete, soporte con rodamientos de bolas lubricados de por vida, estanqueidad del eje mediante cierre mecánico según DIN 24960, eje y camisa de eje de acero inoxidable AISI 420, acoplamiento con espaciador, accionada por motor asíncrono de 2 polos de 5,5 kW, aislamiento clase F, protección IP 55, para alimentación trifásica a 400/690 V, una bomba auxiliar jockey con cuerpo de bomba de acero inoxidable AISI 304, eje de acero inoxidable AISI 416, cuerpos de aspiración e impulsión y contrabridas de hierro fundido, difusores de policarbonato con fibra de vidrio, cierre mecánico, accionada por motor eléctrico de 0,9 kW, depósito hidroneumático de 20 l, bancada metálica, válvulas de corte, antirretorno y de aislamiento, manómetros, presostatos, cuadro eléctrico de fuerza y control para la operación totalmente automática del grupo, según UNE-EN 12845, soporte metálico para cuadro eléctrico, colector de impulsión, montado, conexionado y probado en fábrica, con caudalímetro para grupo contra incendios de tipo rotámetro de lectura directa, precisión del 10%, fabricado en una sola pieza de acrílico y flotador inoxidable. Incluso p/p de uniones, soportes, codos, manguitos, tes, piezas especiales y accesorios. Totalmente montado, conexionado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio). Incluye: Replanteo. Colocación y fijación del grupo de presión. Colocación y fijación de tuberías y accesorios. Conexionado. Realización de pruebas de servicio.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1				1,000	
				1,000	1,000
			Total Ud .....:	1,000	3.251,01
				3.251,01	3.251,01

7.7.4.4 M Suministro e instalación de red aérea de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por tubería de acero negro con soldadura longitudinal, de 1" DN 25 mm de diámetro, unión roscada, sin calorifugar, que arranca desde la fuente de abastecimiento de agua hasta cada equipo de extinción de incendios. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales, raspado y limpieza de óxidos, mano de imprimación antioxidante de al menos 50 micras de espesor, y dos manos de esmalte rojo de al menos 40 micras de espesor cada una. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio). Incluye: Replanteo del recorrido de las tuberías, de los accesorios y de las piezas especiales. Raspado y limpieza de óxidos. Aplicación de imprimación antioxidante y esmalte. Colocación y fijación de tuberías, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio.

Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
8	70,000			560,000	
				560,000	560,000
Total m .....			560,000	18,55	10.388,00

7.7.4.5 Ud Suministro e instalación de válvula de compuerta de husillo estacionario con indicador de posición y cierre elástico, unión con bridas, de 2" de diámetro, PN=16 bar, formada por cuerpo, disco en cuña y volante de fundición dúctil y husillo de acero inoxidable. Incluso elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montada, conexionada y probada.

Incluye: Replanteo de la situación de la válvula. Colocación de la válvula. Conexión a la red de distribución de agua.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
2				2,000	
				2,000	2,000
Total Ud .....			2,000	207,47	414,94

7.7.5.- Extintores

7.7.5.1 Ud Suministro y colocación de extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-113B-C, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora. Incluso soporte y accesorios de montaje. Totalmente montado.

Incluye: Replanteo de la situación del extintor. Colocación y fijación del soporte. Colocación del extintor.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
14				14,000		
				14,000	14,000	
Total Ud .....:				14,000	47,92	670,88
				Total presupuesto parcial n° 7 Instalaciones :		156.379,27

## 8. AISLAMIENTOS.

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe				
<i>8.1.- Aislamientos</i>									
<i>8.1.1.- Fachadas y medianerías</i>									
8.1.1.1	M <sup>2</sup>	Suministro y colocación de aislamiento por el interior en cerramiento de doble hoja de fábrica cara vista formado por panel semirrígido de lana de roca volcánica, según UNE-EN 13162, no revestido, de 40 mm de espesor, resistencia térmica 1,1 m <sup>2</sup> K/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK), colocado a tope para evitar puentes térmicos, fijado con pelladas de adhesivo cementoso y posterior sellado de todas las uniones entre paneles con cinta de sellado de juntas. Incluso p/p de cortes, fijaciones y limpieza. Incluye: Todas. Corte y preparación del aislamiento. Colocación del aislamiento. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			2	42,200		3,950	333,380		
			2	7,000		3,950	55,300		
							388,680	388,680	
					Total m <sup>2</sup> .....		388,680	7,30	2.837,36

8.1.2.- Soleras en contacto con el terreno

8.1.2.1 M<sup>2</sup> Suministro y colocación de aislamiento térmico horizontal de soleras en contacto con el terreno, constituido por panel rígido de poliestireno extruido, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 40 mm de espesor, resistencia a compresión  $\geq$  300 kPa, resistencia térmica 1,2 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK) y film de polietileno dispuesto sobre el aislante a modo de capa separadora, preparado para recibir una solera de mortero u hormigón (no incluida en este precio). Incluso p/p de preparación de la superficie soporte y cortes del aislante.

Incluye: Limpieza y preparación de la superficie soporte. Preparación del aislamiento. Colocación del aislamiento sobre el terreno. Colocación del film de polietileno.

Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Uds.	m2	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	212,000			212,000	
				212,000	212,000
		Total m <sup>2</sup> .....	212,000	15,88	3.366,56
		Total presupuesto parcial nº 8 Aislamientos :			6.203,92

## 9. CUBIERTAS.

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
----	----	-------------	----------	--------	---------

---

9.1.- Planas

9.1.1.- No transitables, no ventiladas



9.1.1.1 M<sup>2</sup> Formación de cubierta plana no transitable, no ventilada, con grava, tipo invertida, pendiente del 1% al 5%, compuesta de los siguientes elementos: FORMACIÓN DE PENDIENTES: mediante encintado de limatesas, limahoyas y juntas con maestras de ladrillo cerámico hueco doble y capa de 10 cm de espesor medio a base de arcilla expandida de 350 kg/m<sup>3</sup> de densidad, vertida en seco y consolidada en su superficie con lechada de cemento, proporcionando una resistencia a compresión de 1 MPa y con una conductividad térmica de 0,087 W/mK; IMPERMEABILIZACIÓN: tipo monocapa, adherida, formada por una lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-40/FP (140), con armadura de fieltro de poliéster no tejido de 150 g/m<sup>2</sup>, de superficie no protegida colocada con imprimación asfáltica, tipo EA; CAPA SEPARADORA BAJO AISLAMIENTO: geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, con una masa superficial de 150 g/m<sup>2</sup>; AISLAMIENTO TÉRMICO: panel rígido de poliestireno extruido, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 80 mm de espesor, resistencia a compresión >= 300 kPa, resistencia térmica 2,2 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK); CAPA SEPARADORA BAJO PROTECCIÓN: geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, con una masa superficial de 200 g/m<sup>2</sup>; CAPA DE PROTECCIÓN: Capa de canto rodado de 16 a 32 mm de diámetro, exenta de finos, extendida con un espesor medio de 10 cm.

Incluye: Todas. Replanteo de los puntos singulares. Replanteo de las pendientes y trazado de limatesas, limahoyas y juntas. Formación de pendientes mediante encintado de limatesas, limahoyas y juntas con maestras de ladrillo. Relleno de juntas con poliestireno expandido. Vertido en seco de la arcilla expandida hasta alcanzar el nivel de coronación de las maestras, y consolidación con lechada de cemento. Vertido, extendido y regleado de la capa de mortero de regularización. Limpieza y preparación de la superficie en la que ha de aplicarse la membrana. Aplicación de la emulsión asfáltica. Colocación de la impermeabilización. Colocación de la capa separadora bajo aislamiento. Revisión de la superficie base en la que se realiza la fijación del aislamiento de acuerdo con las exigencias de la técnica a emplear. Corte, ajuste y colocación del aislamiento. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto, desde las caras interiores de los antepechos o petos perimetrales que la limitan.

Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, desde las caras interiores de los antepechos o petos perimetrales que la limitan.

Uds.	m2	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	281,000			281,000	
				281,000	281,000
		Total m <sup>2</sup> .....	281,000	71,41	20.066,21

9.1.2.- Puntos singulares

9.1.2.1 M Formación de impermeabilización de junta de dilatación en cubierta plana no transitable, no ventilada, con grava, tipo invertida, compuesta de: dos bandas de adherencia, de lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-30/FP (140), con armadura de fieltro de poliéster no tejido de 160 g/m<sup>2</sup>, de superficie no protegida, de 30 cm de ancho cada una, completamente adheridas al soporte, a cada lado de la junta, previamente imprimado con imprimación asfáltica, tipo EA; banda de refuerzo inferior de 33 cm de ancho, realizada a partir de lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-30/FP (140), con armadura de fieltro de poliéster no tejido de 160 g/m<sup>2</sup>, de superficie no protegida, formando un fuelle sin adherir en la zona de la junta; cordón de polietileno expandido de celda cerrada, para relleno de junta, de 30 mm de diámetro; y banda de refuerzo superior lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-40/FP (140), con armadura de fieltro de poliéster no tejido de 150 g/m<sup>2</sup>, de superficie no protegida soldada a la lámina impermeabilizante (no incluida en este precio), formando un fuelle sin adherir en la zona de la junta, sobre el cordón de relleno.

Incluye: Todas. Limpieza y preparación de la superficie en la que ha de aplicarse la lámina asfáltica. Aplicación de la emulsión asfáltica. Colocación de las bandas de adherencia. Colocación de la banda de refuerzo inferior. Colocación del cordón de relleno en el interior de la junta. Colocación de la banda de refuerzo superior.

Criterio de medición de proyecto: Longitud medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
4	7,000			28,000	
				28,000	28,000
			Total m .....:	28,000	17,56
					491,68

9.1.2.2 M Ejecución de encuentro de paramento vertical con cubierta plana no transitable, no ventilada, con grava, tipo invertida; mediante la colocación de perfil de chapa de acero galvanizado, para remate y protección de la impermeabilización compuesta por: banda de refuerzo inferior de 33 cm de ancho, realizada a partir de lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-30/FP (140), con armadura de fieltro de poliéster no tejido de 160 g/m<sup>2</sup>, de superficie no protegida, completamente adherida al soporte, previamente imprimado con imprimación asfáltica, tipo EA, y remate con banda de terminación de 50 cm de desarrollo con lámina de betún modificado con elastómero SBS LBM(SBS)-50/G-FP (150R), con armadura de fieltro de poliéster reforzado y estabilizado de 150 g/m<sup>2</sup>, con autoprotección mineral. Incluso p/p de cordón de sellado aplicado entre el perfil metálico y el paramento.

Incluye: Todas. Limpieza y preparación de la superficie en la que ha de aplicarse la lámina asfáltica. Aplicación de la emulsión asfáltica. Colocación de la banda de refuerzo inferior. Colocación de la banda de terminación. Replanteo de las piezas de rodapié. Corte de las piezas y formación de encajes en esquinas y rincones. Colocación del perfil metálico de rodapié. Aplicación del cordón de sellado entre el perfil y el muro.

Criterio de medición de proyecto: Longitud medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
2	42,200			84,400	
2	7,000			14,000	
				98,400	98,400
			Total m .....:	98,400	19,63
					1.931,59

9.1.2.3 Ud Ejecución de encuentro de cubierta plana no transitable, no ventilada, con grava, tipo invertida con sumidero de salida vertical, realizando un rebaje en el soporte alrededor del sumidero, en el que se recibirá la impermeabilización formada por: pieza de refuerzo de lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-40/FP (140), con armadura de fieltro de poliéster no tejido de 150 g/m<sup>2</sup>, de superficie no protegida, completamente adherida al soporte previamente imprimado con imprimación asfáltica, tipo EA, y colocación de sumidero de caucho EPDM, de salida vertical, de 80 mm de diámetro, con rejilla alta, paragravillas, de polietileno, íntegramente adherido a la pieza de refuerzo anterior con soplete. Totalmente terminado y preparado para recibir la membrana impermeabilizante correspondiente (no incluida en este precio).

Incluye: Todas. Ejecución de rebaje del soporte alrededor del sumidero. Limpieza y preparación de la superficie en la que ha de aplicarse la lámina asfáltica. Aplicación de la emulsión asfáltica. Colocación de la pieza de refuerzo. Colocación del sumidero.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
4				4,000		
				4,000	4,000	
Total Ud .....:				4,000	44,50	178,00

9.2.- Inclinadas

9.2.1.- Chapas de acero

9.2.1.1 M<sup>2</sup> Suministro y montaje de cobertura de faldones de cubiertas inclinadas, con una pendiente mayor del 10%, mediante panel sándwich lacado+aislante+lacado, de 60 mm de espesor, conformado con doble chapa de acero y perfil nervado, lacado al exterior e interior, con relleno intermedio de espuma de poliuretano de 40 kg/m<sup>3</sup> de densidad, fijado mecánicamente a cualquier tipo de correa estructural (no incluida en este precio). Incluso p/p de cortes, solapes, tornillos y elementos de fijación, accesorios, juntas, remates perimetrales y otras piezas de remate para la resolución de puntos singulares. Incluye: Todas. Replanteo de los paneles por faldón. Corte, preparación y colocación de los paneles. Ejecución de juntas y perímetro. Fijación mecánica de los paneles. Resolución de puntos singulares con piezas de remate. Incluye remates, canalones y bajantes.

Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	72,400	26,200		1.896,880	
				1.896,880	1.896,880
			Total m <sup>2</sup> .....:	1.896,880	32,42
					61.496,85
				Total presupuesto parcial n° 9 Cubiertas :	84.164,33

## 10. REVESTIMIENTOS.

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe				
<i>10.1.- Alicatados y yesos</i>									
<i>10.1.1.- Cerámicos/Gres</i>									
10.1.1.1	M <sup>2</sup>	<p>Suministro y colocación de alicatado con azulejo liso, 1/0/-/- (paramento, tipo 1; sin requisitos adicionales, tipo 0; ningún requisito adicional, tipo -/-), 15x15 cm, 8 €/m<sup>2</sup>, recibido con mortero de cemento M-5, extendido sobre toda la cara posterior de la pieza y ajustado a punta de paleta, rellenando con el mismo mortero los huecos que pudieran quedar. Incluso p/p de preparación de la superficie soporte mediante humedecido de la fábrica, salpicado con mortero de cemento fluido y repicado de la superficie de elementos de hormigón (pilares, etc.); replanteo, cortes, cantoneras de PVC, y juntas; rejuntado con lechada de cemento blanco, L, BL-V 22,5, para junta mínima (entre 1,5 y 3 mm), coloreada con la misma tonalidad de las piezas; acabado y limpieza final.</p> <p>Incluye: Todas. Preparación de la superficie soporte. Replanteo de niveles y disposición de baldosas. Colocación de maestras o reglas. Preparación y aplicación del mortero. Formación de juntas de movimiento. Colocación de las baldosas. Ejecución de esquinas y rincones. Rejuntado de baldosas. Acabado y limpieza final.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m<sup>2</sup>. No se ha incrementado la medición por roturas y recortes, ya que en la descomposición se ha considerado un 5% más de piezas.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m<sup>2</sup>.</p>							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
aseos			4	4,680		2,400	44,928		
			4	1,800		2,400	17,280		
laboratorio			2	11,940		3,000	71,640		
			2	4,800		3,000	28,800		
							162,648	162,648	
					Total m <sup>2</sup> .....		162,648	23,35	3.797,83

10.1.1.2 M<sup>2</sup> Formación de revestimiento continuo interior de yeso, a buena vista, sobre paramento vertical, de hasta 3 m de altura, de 15 mm de espesor, formado por una primera capa de guarnecido con pasta de yeso de construcción B1, aplicado sobre los paramentos a revestir y una segunda capa de enlucido con pasta de yeso de aplicación en capa fina C6, que constituye la terminación o remate, con maestras solamente en las esquinas, rincones, guarniciones de huecos y maestras intermedias para que la separación entre ellas no sea superior a 3 m. Incluso p/p de colocación de guardavivos de plástico y metal con perforaciones, remates con rodapié, formación de aristas y rincones, guarniciones de huecos, colocación de malla de fibra de vidrio antiálcalis para refuerzo de encuentros entre materiales diferentes en un 10% de la superficie del paramento y montaje, desmontaje y retirada de andamios.

Incluye: Todas. Preparación del soporte que se va a revestir. Realización de maestras. Colocación de guardavivos en las esquinas y salientes. Amasado del yeso grueso. Extendido de la pasta de yeso entre maestras y regularización del revestimiento. Amasado del yeso fino. Ejecución del enlucido, extendiendo la pasta de yeso fino sobre la superficie previamente guarnecida.

Criterio de medición de proyecto: Superficie medida desde el pavimento hasta el techo, según documentación gráfica de Proyecto, sin deducir huecos menores de 4 m<sup>2</sup> y deduciendo, en los huecos de superficie mayor de 4 m<sup>2</sup>, el exceso sobre los 4 m<sup>2</sup>. No han sido objeto de descuento los paramentos verticales que tienen armarios empotrados, sea cual fuere su dimensión.

Criterio de medición de obra: Se medirá, a cinta corrida, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, considerando como altura la distancia entre el pavimento y el techo, sin deducir huecos menores de 4 m<sup>2</sup> y deduciendo, en los huecos de superficie mayor de 4 m<sup>2</sup>, el exceso sobre los 4 m<sup>2</sup>. Los paramentos que tengan armarios empotrados no serán objeto de descuento sea cual fuere su dimensión.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2	42,200		3,950	333,380	
	2	7,000		3,950	55,300	
					388,680	388,680
			Total m <sup>2</sup> .....	388,680	7,70	2.992,84

10.2.- Pinturas en paramentos interiores

10.2.1.- Plásticas

10.2.1.1 M<sup>2</sup> Formación de capa de pintura plástica con textura lisa, color a elegir, acabado mate, sobre paramentos horizontales y verticales interiores de hormigón, mediante aplicación de una mano de fondo de emulsión acrílica acuosa como fijador de superficie y dos manos de acabado con pintura plástica a base de copolímeros acrílicos dispersados en medio acuoso, de gran flexibilidad, resistencia y adherencia (rendimiento: 0,125 l/m<sup>2</sup> cada mano). Incluso p/p de preparación del soporte mediante limpieza, regularización del 20% de su superficie en aquellos puntos donde haya pequeñas imperfecciones, golpes o arañazos, con plaste de fraguado rápido, aplicado con espátula, llana o equipo neumático y tratamiento del 20% de su superficie contra la presencia de eflorescencias salinas (salitre) mediante el cepillado y lavado de la misma con una solución de ácido clorhídrico al 10%.

Incluye: Todas. Preparación del soporte. Aplicación de la mano de fondo. Aplicación de las manos de acabado.

Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, con el mismo criterio que el soporte base.

Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, con el mismo criterio que el soporte base.

	Uds.	m2	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
techos		294,520			294,520	



Planta piloto para el desarrollo de soportes vitrocerámicos.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
					294,520	294,520
paredes	2	6,650		3,000	39,900	
	2	1,920		3,000	11,520	
	2	2,490		3,000	14,940	
	2	1,920		3,000	11,520	
	2	11,800		3,000	70,800	
	2	1,920		3,000	11,520	
	2	8,110		3,000	48,660	
	2	4,850		3,000	29,100	
	2	6,000		3,000	36,000	
	1	7,000		3,000	21,000	
					294,960	294,960
					589,480	589,480
			Total m <sup>2</sup> .....	589,480	10,74	6.331,02

10.3.- Suelos y pavimentos

10.3.1.- Cerámicos/gres

10.3.1.1 M<sup>2</sup> Suministro y ejecución de pavimento mediante el método de colocación en capa fina, de baldosas cerámicas de gres porcelánico, esmaltado 2/0/-/- (pavimentos para tránsito peatonal leve, tipo 2; sin requisitos adicionales, tipo 0; ningún requisito adicional, tipo -/-), de 43,5x43,5 cm, 15 €/m<sup>2</sup>; recibidas con adhesivo cementoso normal, C1 sin ninguna característica adicional, color gris, con doble encolado, y rejuntadas con lechada de cemento blanco, L, BL-V 22,5, para junta mínima (entre 1,5 y 3 mm), coloreada con la misma tonalidad de las piezas. Incluso p/p de limpieza, comprobación de la superficie soporte, replanteos, cortes, formación de juntas perimetrales continuas, de anchura no menor de 5 mm, en los límites con paredes, pilares exentos y elevaciones de nivel y, en su caso, juntas de partición y juntas estructurales existentes en el soporte, eliminación del material sobrante del rejuntado y limpieza final del pavimento.

Incluye: Todas. Limpieza y comprobación de la superficie soporte. Replanteo de los niveles de acabado. Replanteo de la disposición de las baldosas y juntas de movimiento. Aplicación del adhesivo. Colocación de las baldosas a punta de paleta. Formación de juntas de partición, perimetrales y estructurales. Rejuntado. Eliminación y limpieza del material sobrante. Limpieza final del pavimento.

Criterio de medición de proyecto: Superficie útil, medida según documentación gráfica de Proyecto. No se ha incrementado la medición por roturas y recortes, ya que en la descomposición se ha considerado un 5% más de piezas.

Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Suelos		294,520			294,520	
					294,520	294,520
			Total m <sup>2</sup> .....	294,520	27,44	8.081,63

10.4.- Falsos techos

10.4.1.- Registrables, de placas de escayola

10.4.1.1 M<sup>2</sup> Suministro y montaje de falso techo registrable, situado a una altura menor de 4 m, constituido por placas de escayola fisurada, suspendidas del forjado mediante una perfilera vista blanca anticorrosiva, comprendiendo perfiles primarios, secundarios y angulares de remate fijados al techo mediante varillas de acero galvanizado. Incluso p/p de accesorios de fijación, completamente instalado.

Incluye: Todas. Replanteo de los ejes de la trama modular. Nivelación y colocación de los perfiles perimetrales. Replanteo de los perfiles principales de la trama. Señalización de los puntos de anclaje al forjado. Nivelación y suspensión de los perfiles principales y secundarios de la trama. Colocación de las placas.

Criterio de medición de proyecto: Superficie medida entre paramentos, según documentación gráfica de Proyecto, sin descontar huecos para instalaciones.

Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin descontar huecos para instalaciones.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
techos		294,520			294,520	
					294,520	294,520
			Total m <sup>2</sup> .....	294,520	24,02	7.074,37
			Total presupuesto parcial nº 10 Revestimientos :			28.277,69

## 11. SEÑALIZACIÓN Y EQUIPAMIENTO.

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe			
<i>11.1.- Aparatos sanitarios</i>								
<i>11.1.1.- Lavabos</i>								
11.1.1.1	Ud	<p>Suministro e instalación de lavabo de porcelana sanitaria, con pedestal, serie Giralda "ROCA", color blanco, de 700x555 mm, equipado con grifería monomando, serie Kendo "ROCA", modelo 5A3058A00, acabado cromo-brillo, de 135x184 mm y desagüe, acabado cromo. Incluso llaves de regulación, enlaces de alimentación flexibles, conexión a las redes de agua fría y caliente y a la red de evacuación existente, fijación del aparato y sellado con silicona. Totalmente instalado, conexionado, probado y en funcionamiento.</p> <p>Incluye: Replanteo y trazado en el paramento soporte de la situación del aparato. Colocación de los elementos de fijación suministrados por el fabricante. Nivelación, aplomado y colocación del aparato. Conexión a la red de evacuación. Montaje de la grifería. Conexión a las redes de agua fría y caliente. Montaje de accesorios y complementos. Sellado de juntas.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente colocadas según especificaciones de Proyecto.</p>						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		2				2,000		
						2,000	2,000	
					Total Ud .....:	2,000	463,59	927,18

11.1.2.- Inodoros

11.1.2.1 Ud Suministro e instalación de inodoro de porcelana sanitaria, con tanque bajo y salida para conexión vertical, serie Victoria "ROCA", color blanco, de 370x665 mm, asiento y tapa lacados, mecanismo de descarga de 3/6 litros. Incluso llave de regulación, enlace de alimentación flexible, conexión a la red de agua fría y a la red de evacuación existente, fijación del aparato y sellado con silicona. Totalmente instalado, conexionado, probado y en funcionamiento.

Incluye: Replanteo y trazado en el paramento soporte de la situación del aparato. Colocación de los elementos de fijación suministrados por el fabricante. Nivelación, aplomado y colocación del aparato. Conexión a la red de evacuación. Conexión a la red de agua fría. Montaje de accesorios y complementos. Sellado de juntas.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente colocadas según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
2				2,000	
				2,000	2,000
			Total Ud .....:	2,000	125,38
					250,76

11.1.3.- Duchas

11.1.3.1 Ud Suministro e instalación de plato de ducha de porcelana sanitaria, modelo Malta "ROCA", color blanco, de 90x90x10 cm, equipado con grifería monomando, serie Kendo "ROCA", modelo 5A2058A00, acabado brillo, de 107x275 mm. Incluso conexión a las redes de agua fría y caliente y a la red de evacuación existente, fijación del aparato y sellado con silicona. Totalmente instalado, conexionado, probado y en funcionamiento. Incluye: Replanteo y trazado en el paramento soporte de la situación del aparato. Colocación de los elementos de fijación suministrados por el fabricante. Nivelación, aplomado y colocación del aparato. Conexión a la red de evacuación. Montaje de la grifería. Conexión a las redes de agua fría y caliente. Montaje de accesorios y complementos. Sellado de juntas.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente colocadas según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
2				2,000		
				2,000	2,000	
Total Ud .....:				2,000	604,84	1.209,68
				Total presupuesto parcial nº 11 Señalización y equipamiento :		2.387,62



12.2 Ud. Suministro e instalación de mezclador bicono rotativo de velocidad elevada que consigue una homogeneización perfecta de las materias primas. Presenta 100 litros de capacidad y tiempos de mezclado cortos, máximo de 10 minutos. Son mezclas repetitivas, reproducibles y escalables.

Mezclador de bajo mantenimiento y fácil limpieza.

Permite el vaciado total del producto

Certificado 'CE' según la Directiva de Seguridad de Máquinas 98/37/CE.

Accesorios: intensificadores de mezcla.

Dimensiones: según documentación gráfica de proyecto.

Potencia: a determinar por la dirección facultativa.

Voltaje: a determinar por la dirección facultativa.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal
	1					1,000	
						1,000	1,000
					Total Ud. ....:	1,000	3.500,00
						3.500,00	3.500,00



12.3 Ud. Suministro e instalación de un horno de arco eléctrico de material electrofundido ( $T > 1700^\circ\text{C}$ ) en forma de vaso remachado, para fusión de materiales a alta temperatura de tipo basculante situado sobre plataforma fija. El arco eléctrico permite que en el horno se pueda fundir material a una temperatura de fusión de  $2000^\circ\text{C}$ .

El horno tiene forma de vaso de 1 m de altura y dispone de una tapa superior con un diámetro de 80 cm y un agujero central por donde se introduce el electrodo. El horno presenta una serie de dispositivos que se indican a continuación:

- El transformador y rectificador, que va refrigerado por agua.
- La caja de control
- Los cables por donde pasa el agua de refrigeración
- La bomba hidráulica para la movimentación del horno
- La bomba de agua
- Plataforma de trabajo y escalera de acceso sobre estructura metálica

Además, el horno está colocado sobre un soporte, de forma que se puede balancear a través de un eje horizontal que lo une a las bases metálicas. De este modo, un mecanismo tipo polea es capaz de balancearlo para verter el contenido.

Capacidad: 100 kg/h

Voltaje: AC400 V

Potencia del transformador: 200kVA

Dimensiones del vaso de fusión: 800 mm de diámetro, 1000 mm de altura y 100 mm de grosor de material refractario en paredes del vaso.

Diámetro del electrodo: 65 mm

Caudal de agua de enfriamiento para el transformador: 1000 kg/h.

Peso: 2 toneladas

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	1				1,000	
					1,000	1,000
				Total Ud. ....:	1,000	100.000,00
						100.000,00

12.4 Ud. Suministro e instalación de inyector de aire para la dilución de los gases calientes del horno de fusión, mediante el efecto Venturi, consiste en que un fluido en movimiento dentro de un conducto cerrado disminuye su presión al aumentar la velocidad después de pasar por una zona de sección menor. Si en este punto del conducto se introduce el extremo de otro conducto, se produce una aspiración del fluido contenido en este segundo conducto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1				1,000	
				1,000	1,000
Total Ud. ....:				1,000	1.855,00

12.5 Ud.

Suministro e instalación de filtro cerámico consiste en un conjunto de tubos verticales de 60 mm de diámetro que albergan el medio filtrante y se debe caracterizar por presentar las siguientes características:

- Alta eficiencia en la eliminación de partículas (>99%)
- Alta permeabilidad al paso de aire purificado
- Elevada resistencia térmica (hasta 900°C)
- Resistencia a la corrosión
- Integridad dentro del resto de elementos funcionales.

Está fabricado con material cerámico tipo carburo de silicio/alúmina o tipo mullita.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1				1,000	
				1,000	1,000
Total Ud. ....:				1,000	960,00

- 12.6 Ud. Suministro e instalación de máquina de rodillos para laminar vidrio fundido en continuo.  
 Rodillos de material especial para evitar que el vidrio se quede pegado.  
 Puede laminar piezas de hasta 80 cm de espesor y puede usar rodillos de hasta 30 cm de diámetro.  
 La máquina puede funcionar con 2 y 3 rodillos, siendo el diámetro estándar de cada rodillo de 23 cm y la anchura de la lámina por defecto de 63 cm.  
 La velocidad de la máquina puede oscilar entre 4.5 m/min y 18.6 m/min.  
 La distancia máxima de los rodillos es de 25 mm, siendo el espesor de la lámina producido entre 0.1 – 30 mm.  
 La potencia del motor es de 1 KW.  
 Es una máquina suficientemente flexible para adaptarse a las diferentes condiciones y producciones según el tipo de prueba a realizar en la planta piloto.  
 Voltaje: 380V/660V/50Hz  
 Potencia (W): 5.5KW  
 Dimensión (L \* W \* H): según planos de proyecto  
 Peso: 500 kg  
 Certificación: CE  
 Servicio post-venta Provistos: Ingenieros disponibles para máquinas de servicio en el extranjero

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1				1,000	
				1,000	1,000
Total Ud. ....:				1,000	6.000,00

12.7 Ud. Suministro e instalación de equipo de acondicionamiento térmico también llamado horno de recocido está especialmente diseñado como canal de enfriamiento controlado de láminas de vidrio, de tipo discontinuo (carga-descarga-tiempo muerto).

Está construido con una robusta estructura en acero que sostiene el aislamiento térmico compuesto de ladrillos refractarios de baja densidad y de planchas preformadas en fibra cerámica altamente resistente a la temperatura y al choque térmico.

El horno de tipo discontinuo presenta un ciclo de acondicionamiento térmico dividido en 3 periodos:

- El período de estabilización térmica ( $T=T_{\text{superior recocido}}$ )
- El período de enfriamiento lento ( $T= T_{\text{inferior recocido}}$ )
- El período de enfriamiento rápido ( $T < T_{\text{inferior recocido}}$ )

Cuando acaba el ciclo de acondicionamiento térmico, el horno de recocido se descarga mediante el sistema de movimiento del material, que se produce por medio de rodillos cerámicos, los cuales giran mediante un sistema de piñón-cadena de velocidad variable. El sistema de fijación posibilita el desmontar los rodillos de forma rápida y sencilla.

El sistema de calentamiento está constituido por resistencias eléctricas fabricadas con hilo Khantal en forma de espiral y sostenidas por tubos de material cerámico fácilmente sustituibles.

La circulación de aire se consigue gracias a numerosos ventiladores de refrigeración instalados en el techo del horno de recocido, de forma que se asegura una distribución de aire única en el interior del canal por encima y por debajo de la lámina de vidrio.

Puede acondicionar vidrio de hasta 1 m de anchura y con un espesor de hasta 30 mm.

Temperatura máxima de trabajo  $1000^{\circ}\text{C} (\pm 5^{\circ}\text{C})$ .

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
1				1,000		
				1,000	1,000	
Total Ud. ....:				1,000	120.000,00	170.000,00

12.8	Ud.	Suministro e instalación de quemador instalado en el último módulo del horno de recocido, de forma que se proyecta desde el techo del horno hacia la superficie superior de las piezas para lograr un pulido en caliente.					
		El quemador se abastecerá de gas natural y deberá cumplir los siguientes requisitos:					
		-	Excelente resistencia a la oxidación y a la corrosión				
		-	Muy buena resistencia al choque térmico				
		-	Excelente estabilidad dimensional hasta las temperaturas límite de aplicación				
		-	Conductividad térmica óptima				
		-	Masa reducida				
		-	Gran seguridad de funcionamiento y rentabilidad en servicio				
		-	Rendimiento óptimo 16800				
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		1				1,000	
						1,000	1,000
		Total Ud. ....:		1,000		3.000,00	3.000,00

12.9	MI.	Suministro y colocación de transportador de rodillos de acero inoxidable traccionados por correas dentadas y poleas. Rodillos vulcanizados y mecanizados, logrando que el diámetro de los rodillos sea el mismo con precisión de +/-1 décima.					
		Bastidor en hierro pintado, dispone de una pletina superior sobre la que apoyan los rodillos mecanizada para asegurar una planicidad de +/-1 décima.					
		Dispone de patas regulables.					
		Criterios de medición: Según planos de proyecto.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		1	7,000			7,000	
		1	8,550			8,550	
		1	50,000			50,000	
		1	3,000			3,000	
						68,550	68,550
		Total ml. ....:		68,550		2.500,00	171.375,00

12.10	Ml.	Suministro y colocación de transportador de rodillos de acero inoxidable con protecciones para vidrio traccionados por correas dentadas y poleas. Rodillos vulcanizados y mecanizados, logrando que el diámetro de los rodillos sea el mismo con precisión de +/-1 décima.						
		Bastidor en hierro pintado, dispone de una pletina superior sobre la que apoyan los rodillos mecanizada para asegurar una planicidad de +/-1 décima.						
		Dispone de patas regulables.						
		Criterios de medición: Según planos de proyecto.						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		1	3,250			3,250		
		1	6,000			6,000		
		1	7,550			7,550		
						16,800	16,800	
		Total ml. ....:					16,800	2.800,00
								47.040,00
12.11	Ud.	Suministro y colocación de transportador de correas tipo Power Twist. Bastidor en mixto de hierro pintado y aluminio.						
		Dimensiones variables según planos de proyecto.						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		4				4,000		
						4,000	4,000	
		Total Ud. ....:					4,000	6.000,00
								24.000,00
12.12	Ud.	Suministro e instalación de robot cartesiano capaz de manipular los soportes vítreos para facilitar su separación de las bandejas y su transporte de un camino de rodillos a otro. Debe estar especialmente escogido para cubrir las necesidades de la instalación.						
		El tipo de garra seleccionado debe ser de aspiración con efecto ventosa, puesto que es el que habitualmente se utiliza para manipular vidrios.						
		La maquinaria auxiliar debe ser lo suficientemente robusta para soportar el peso de las láminas, por lo que conviene que esté construida con tubo de acero electrosoldado, chapa conformada y pletinas.						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		1				1,000		
						1,000	1,000	
		Total Ud. ....:					1,000	60.000,00
								60.000,00

12.13	Ud.	Suministro e instalación de sistema de corte 2D mediante una cortadora de chorro de agua a presión con aire, arena y agua de dimensiones de 3.0X2.5 m2 para que se puedan alimentar piezas de al menos 2.5 m de ancho. Máquina compacta integrada con cabezal único de corte por chorro de agua abrasivo con sensor de altura “anti-colisión”. Presenta módulos de adaptadores del chorro o dispositivos eficientes como sistemas de perforación de agujeros. Dispone de un sistema guía que garantiza un elevado nivel de precisión, estabilidad y larga vida de operación.							
		Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal	
		1					1,000		
							1,000	1,000	
						Total Ud. ....:	1,000	60.000,00	60.000,00

12.14	Ud.	Suministro y colocación de boquilla sopladora de cuerpo único, de acero inoxidable y de dimensión pequeña con forma de hexágono, con el fin de facilitar su montaje y desmontaje. La conexión es con rosca de tipo macho BSPT y NPT, presentando 8 orificios de salida del aire. Su diseño especial aumenta la fuerza de impacto del aire, de forma que garantiza bajos niveles de ruido. El pulverizado de aire es de alto impacto, de forma circular y se produce soplando través de sus 8 agujeros. De alta resistencia y peso muy reducido. Muy silenciosa, incluso a altas presiones de trabajo.							
		Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal	
		1					1,000		
							1,000	1,000	
						Total Ud. ....:	1,000	4.000,00	4.000,00

- 12.15 Ud. Suministro e instalación de secadero horizontal tipo túnel de un único piso, construido con una robusta estructura en acero que sostiene el aislamiento térmico compuesto de ladrillos refractarios de baja densidad y de planchas preformadas resistentes a la temperatura y al choque térmico.
- El sistema de secado de este equipo está basado en resistencias eléctricas y/o de infrarrojos.
- La circulación aire para la eliminación del vapor de agua se consigue mediante aspiración neumática a través de tuberías externas colocadas sobre el secadero. Así, el flujo de aire toma un camino lineal y la distribución del calor es homogéneo, garantizando una temperatura uniforme a través de la carga para un secado rápido y eficaz. La diferencia de temperatura entre soportes o baldosas de distinta posición no supera los 5°C.
- Las puertas de acceso permite el acceso lateral para reparaciones y mantenimiento.
- Las temperaturas de trabajo no superan los 200°C.
- El secadero consiste en un horno monocanal dividido en varias secciones de 5 m de longitud en total y 3.9 m de ancho exterior.
- El sistema de calentamiento está constituido por resistencias eléctricas. La tensión de alimentación será de 400 V AC.
- Dicho secadero alcanzará la temperatura de 200 ° C, por lo que irá provisto de los refractarios adecuados a dicha temperatura. Se requiere una uniformidad de temperatura (derecha a izquierda)  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ .

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1				1,000	
				1,000	1,000
			Total Ud. ....:	1,000	80.000,00
					30.000,00



12.16 Ud. Suministro e instalación de cabezal de serigrafía. El cabezal debe tener alta precisión y conducir los soportes vítreos mediante correas laterales accionadas por servomotores brushless. Además, debe permitir la posibilidad de trabajo alternativo con fotocélulas cromáticas y la manipulación micrométrica de las espátulas. Debe ser un equipo seguro y ser de fácil instalación.

Cabezal de serigrafía de alta precisión que conduce el soporte o baldosa mediante correas laterales accionadas por servomotores (motor eléctrico que puede ser controlado tanto en velocidad como en posición).

Posibilidad de trabajo alternativo con fotocélulas cromáticas.

Permite la manipulación micrométrica de las espátulas y el cierre frontal de las guías portaespátulas.

Alta seguridad para el operador.

Dosificador de entrada previsto.

Fácil instalación.

Potencia: 1.9 kW

Dimensiones: 1426x1400x1830 mm3.

Peso: 470 kg

Formato mínimo: 10x10

Formato máximo: 80x60

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1				1,000	
				1,000	1,000
Total Ud. ....:				1,000	5.000,00
					5.000,00

12.17 Ud. Suministro y colocación de horno para la cristalización (transformación del vidrio en material vitrocerámico). Está construido con una robusta estructura en acero que sostiene el aislamiento térmico compuesto de ladrillos refractarios de baja densidad y de planchas preformadas en fibra cerámica altamente resistente a la temperatura y al choque térmico.

El horno de tipo continuo presenta un ciclo de 5 zonas características:

- Zona de calentamiento hasta la temperatura de nucleación.
- Zona de permanencia a la temperatura de nucleación.
- Zona de calentamiento hasta la temperatura de cristalización.
- Zona de permanencia a la temperatura de cristalización.
- Zona de enfriamiento rápido hasta temperatura ambiente.

El sistema de calentamiento está constituido por resistencias eléctricas fabricadas con hilo Khantal en forma de espiral y sostenidas por tubos de material cerámico fácilmente sustituibles.

Puede producir material vitrocerámico de hasta 1 m de anchura y con un espesor de hasta 30 mm.

Temperatura máxima de trabajo 1300°C.

Capacidad: 100 kg/h

Voltaje: AC400 V

Potencia del transformador: 200kVA

Dimensiones:

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1				1,000	
				1,000	1,000
Total Ud. ....:				1,000	100.000,00
					100.000,00

12.18	Ud.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		1				1,000	
						1,000	1,000
					Total Ud. ....:	1,000	6.000,00
						6.000,00	6.000,00
12.19	Ud	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		1				1,000	
						1,000	1,000
					Total Ud .....	1,000	4.500,00
						4.500,00	4.500,00
					Total presupuesto parcial nº 12 Maquinaria :		802.230,00

**13. GESTIÓN DE RESIDUOS.**

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
----	----	-------------	----------	--------	---------

*13.1.- Transporte de tierras**13.1.1.- Transporte de tierras con camión*

13.1.1.1 M<sup>3</sup> Transporte de tierras con camión de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a una distancia máxima de 10 km, considerando el tiempo de espera para la carga a máquina en obra, ida, descarga, vuelta y coste del vertido. Sin incluir la carga en obra.

Incluye: Transporte de tierras a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, con protección de las mismas mediante su cubrición con lonas o toldos.

Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de las excavaciones, incrementadas cada una de ellas por su correspondiente coeficiente de esponjamiento, de acuerdo con el tipo de terreno considerado.

Criterio de medición de obra: Se medirá, incluyendo el esponjamiento, el volumen de tierras realmente transportado según especificaciones de Proyecto.

	Uds.	m3	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Pozos		144,000			144,000	
zanjas		37,520			37,520	
		23,040			23,040	
					204,560	204,560
			Total m <sup>3</sup> .....		204,560	4,05 828,47

13.2.- Transporte de residuos inertes

13.2.1.- Transporte de residuos inertes con contenedor

13.2.1.1 Ud Transporte de residuos inertes de ladrillos, tejas y materiales cerámicos, 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.

Incluye: 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.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente transportadas según especificaciones de Proyecto.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
3				3,000	
				3,000	3,000
			Total Ud .....:	3,000	96,37
					289,11

13.2.2.- Transporte de residuos inertes con camión

13.2.2.1 M<sup>3</sup> Transporte con camión de mezcla sin clasificar de residuos inertes producidos en obras de construcción y/o demolición, a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a 10 km de distancia, considerando el tiempo de espera para la carga a máquina en obra, ida, descarga y vuelta. Incluso coste del vertido.

Criterio de medición de proyecto: Volumen teórico, estimado a partir del peso y la densidad aparente de los diferentes materiales que componen los residuos, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá, incluyendo el esponjamiento, el volumen de residuos realmente transportado según especificaciones de Proyecto.

Uds.	m3	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	20,000			20,000	
				20,000	20,000
		Total m <sup>3</sup> .....	20,000	1,70	34,00
		Total presupuesto parcial nº 13 Gestión de residuos :			1.151,58



**15. SEGURIDAD Y SALUD.**

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
15.1	Pa	Medidas individuales y colectivas de seguridad y salud. Se considera un 2,5% del Presupuesto de Ejecución material.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,000	
							1,000	1,000
			Total Pa .....:			1,000	15.653,43	15.653,43
			Total presupuesto parcial nº 15 Seguridad y salud :					15.653,43



**16. EQUIPAMIENTO.**

N°	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe		
16.1	Ud.	Suministro, instalación y puesta en prueba de equipos instrumentales de laboratorio.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			1				1,000		
							1,000	1,000	
			Total Ud. ....:			1,000	80.000,00	80.000,00	
16.2	Ud.	Suministro, instalación y puesta en prueba de equipos de mantenimiento de taller.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			1				1,000		
							1,000	1,000	
			Total Ud. ....:			1,000	30.000,00	30.000,00	
16.3	Ud.	Suministro e instalación de equipamiento de oficinas y recepción.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			1				1,000		
							1,000	1,000	
			Total Ud. ....:			1,000	15.000,00	15.000,00	
			Total presupuesto parcial n° 16 Equipamiento :					125.000,00	

## DOCUMENTO VI. PRESUPUESTO

---

### *PLANTA PILOTO PARA EL DESARROLLO*

### *DE SOPORTES VITROCERÁMICOS*

AUTORA

Dra. Ester Barrachina Albert

DIRECTORES

Prof. Dr. Arnaldo Moreno Berto

Prof. Dr. Juan B. Carda Castelló

Castellón, Septiembre de 2014



## Índice

<b>1. PRECIOS UNITARIOS.....</b>	<b>4</b>
<b>2. RESUMEN PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1. Presupuesto de ejecución de material (PEM). ....</b>	<b>5</b>
<b>2.2. Presupuesto de ejecución de contrata (PEC). ....</b>	<b>6</b>



## 1. PRECIOS UNITARIOS.

Los precios unitarios están especificados para cada partida en el documento V. ESTADO DE MEDICIONES. Sin embargo, en la tabla siguiente se presenta la relación de los precios unitarios del proceso:

### Resumen de precios unitarios de maquinaria (€)

ESTUFA SEMI –INDUSTRIAL TIPO ARMARIO	5.000
MEZCLADORA	3.500
SISTEMA ELEVADOR	4.500
HORNO DE FUSIÓN	100.000
FILTRO CERÁMICO	960
LAMINADORA	6.000
HORNO DE RECOCIDO	170.000
SISTEMA DE TRANSPORTE DE RODILLOS	109.350
ROBOT CARTESIANO	60.000
CORTADORA DE CHORRO DE AGUA	60.000
SISTEMA BOQUILLAS SOPLADORAS	4.000
SECADERO	30.000
CABEZAL SERIGRAFÍA	5.000
PULMON BANDEJAS	6.000
HORNO CRISTALIZACIÓN	100.000
Total:	667.310

## 2. RESUMEN PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN.

### 2.1. Presupuesto de ejecución de material (PEM).

#### Presupuesto de ejecución material (€)

1 Actuaciones previas	25.872,60
2 Acondicionamiento del terreno	43.073,15
3 Cimentaciones	13.728,45
4 Estructuras	100.211,36
5 Fachadas	71.286,27
6 Particiones	44.087,08
7 Instalaciones	156.379,27
8 Aislamientos	6.203,92
9 Cubiertas	84.164,33
10 Revestimientos	28.277,69
11 Señalización y equipamiento	2.387,62
12 Maquinaria	802.230,00
13 Gestión de residuos	1.151,58
14 Control de calidad y ensayos	6.964,37
15 Seguridad y salud	15.653,43
16 Equipamiento	125.000,00
Total:	1.526.671,12

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de UN MILLÓN QUINIENTOS VENTISEIS MIL SEISCIENTOS SETENTA Y UN EUROS CON DOCE CÉNTIMOS.

## 2.2. Presupuesto de ejecución de contrata (PEC).

### Presupuesto de ejecución de contrata (€)

PEM	1.526.671,12
Contrata (30% del PEM)	458.001,34
IVA (21%)	416.781,22
Total:	2.401.453,67

---

Asciende el presupuesto de ejecución de contrata a la expresada cantidad de DOS MILLONES CUATROCIENTOS UN MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y TRES MIL EUROS CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS.

Castellón de la Plana, 30 de Agosto de 2014

Ingeniera Química  
Ester Barrachina Albert